

# PRODUKTIVITETSLÄGET I SVENSKT BYGGANDE, EL 2018

**Christian Koch, Mohammad Ghaith Altarabichi,  
May Shayboun och Tobias Nordlund**

**2020-02-14**

## FÖRORD

Denna rapport redovisar en produktivitetmätning av EL-uppdrag i svenska byggprojekt under 2018. Det är den första av sitt slag och använder ett tillvägagångssätt som tidigare har använts inom Bygg och VVS.

I två systerrapporter redovisas resultatet för Bygg och VVS:

- Produktivitetläget i Svenskt Bygge 2018 (omfattande lokal, flerbostadshus, gruppbyggda småhus och anläggning)
- Produktivitetläget i Svenskt VVS 2018

Dessa har även genomförts tidigare, i 2013 och 2014.

Finansieringen kommer från flera källor:

- Elteknikbranschens Utvecklings AB, ETU, installationsföretagen
- Sveriges byggbransches utvecklingsfond (sbuf)
- Sveriges byggindustrier
- Rotpartner AB
- Chalmers Tekniska Högskola, Arkitektur och Samhällsbyggnadsteknik, Construction management

Professor PhD. Christian Koch har varit projektledare. Mohammad Ghaith Altarabichi och May Shayboun har varit projektmedarbetare. Tobias Nordlund, Rotpartner har varit inspiratör och kritisk granskare. Projekt- och referensgruppen bestod av representanter från Installatörsföretagen, Sveriges Byggindustrier, FoU Väst, Rotpartner, Sverige Bygger och Chalmers.

Vid respektive diagram och tabell är angivet antal respondenter. För att få största möjliga urval, har alla svar till respektive frågat hanterats. Detta innebär att underlaget är olika för olika tabeller och diagram.

God läsning

Christian Koch

Mohammad Ghaith Altarabichi

May Shayboun

Tobias Nordlund



# INNEHÅLL

<b>FÖRORD</b> .....	<b>1</b>
<b>SAMMANFATTNING</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Introduktion</b> .....	<b>8</b>
1.1. <i>Vad är produktivitet?</i> .....	8
1.2. <i>Metod för att mäta produktivitet</i> .....	8
1.3. <i>Undersökte projekt</i> .....	11
<b>2. Produktivitet och störningsfrihet</b> .....	<b>17</b>
2.1. <i>Arbetstider</i> .....	17
2.2. <i>Ledtid</i> .....	23
2.3. <i>Störningar och Störningskostnader</i> .....	28
<b>3. Projektorganisationens prestationer i EL</b> .....	<b>33</b>
<b>4. Produktionsförutsättningar</b> .....	<b>41</b>
<b>5. Detaljanalys</b> .....	<b>43</b>
5.1. <i>Produktgruppanalys</i> .....	43
5.2. <i>Sakernas internet</i> .....	45
<b>6. Hur kan man förbättra produktiviteten?</b> .....	<b>47</b>
6.1. <i>Kontraktformer och samverkan</i> .....	47
6.2. <i>Användning av building information modelling (BIM)</i> .....	50
6.3. <i>Användning av lean construction</i> .....	52
6.4. <i>Andra lärdomar</i> .....	53
<b>7. Slutsatser</b> .....	<b>55</b>
<b>8. Bilaga</b> .....	<b>58</b>
<i>Bilaga 1 Geografiskt läge</i> .....	58
<i>Bilaga 2 största störningar</i> .....	59
<i>Bilaga 3 lärdomar</i> .....	64
<i>Bilaga 4 Metod</i> .....	66
<i>Bilaga 5 Referenser</i> .....	68
<i>Bilaga 6 Diagram lista</i> .....	69
<i>Bilaga 7 Tabell lista</i> .....	70

## SAMMANFATTNING

Installation blir en allt viktigare och större del av entreprenaderna inom nybyggnation, särskilt EL. Området växer dels med byggproduktionen dels med de ökade kraven och efterfrågan på sakernas internet och energi och miljöinstallationer. Installation är ett viktigt bidrag till samhällsbyggnad, vilken är en viktig sektor i svensk ekonomi där produktionskostnaden har en direkt påverkan för investeringar i nyproduktion. Denna rapport redovisar en mätning på 195 EL-projekt inom byggnation i Sverige. Projektets kostnader, resultat och den tid som använts för att producera är centrala parametrar i ett välfärdssamhälles förmåga att ”producera samhälle” av hög kvalitet.

I denna rapport är fokus på EL uppdraget som en del av byggnation av lokaler och flerbostadshus. Mätningen är den första av sitt slag och troligtvis den största mätningen av projektproduktivitet i svenskt byggande som någonsin genomförts.

Detta sätt att mäta projektproduktivitet är ett väsentligt komplement till kunskapen om produktiviteten i svensk samhällsbyggnad. Den vanliga produktivetsdebatten inom svenskt byggande grundas på Statistiska Centralbyråns statistik som visar utvecklingen av produktiviteten i hela företag. Resultaten med den undersökningsmetoden, dvs fokus på företagsproduktivitet, visar sig inte vara positiv. Oavsett vad man anser om metoderna att mäta företagsproduktivitet eller projektets produktivitet, kan de åtminstone komplettera varandra i en strävan att få ett bättre underlag att utveckla produktiviteten i svenskt samhällsbyggande.

Den senaste tidens debatt handlar om skenande boendekostnader delvis beroende på ökade produktionskostnader. Detta gör att intresset och samhällsnyttan av optimering och utveckling av byggbranschen blir en viktig samhällsfråga.

En viktig faktor för att skapa produktivitet är att skapa processer på plats som har bra framdrift, enkel att följa och med få störningar. I denna rapport används begreppet processivitet, som uttrycker effektiviteten av den process som leder till värdeproduktion, för byggprocessens effektivitet. En insats för bättre projektproduktivitet och processivitet är på inget sätt ett hinder för utvecklingen av byggföretag eller utveckling av försörjningskedjan, utan kompletterar bara dessa.

Denna undersökning arbetar utifrån en gemensam modell av produktivitet som har används tidigare och även i systerrapporterna som fokuserar på bygg, anläggning och VVS. Modellen anger produktivitet i kostnad, mätt i kronor per producerad kvadratmeter som värde för beställaren. Därefter diskuteras processiviteten, det vill säga den process som leder till värdeproduktion. Processen i ett EL-uppdrag inom ett byggprojekt kan vara mer eller mindre produktiv och innebär en arbetsinsats och en ledtid samt störningar. Processen bygger i sin tid på ett antal produktionsförutsättningar och på projektorganisationens prestationer. Projektorganisationens prestation mäts i de olika aktörernas uppfattning av bland annat samarbete, tidsplanhållning och produktkvalitet.

Undersökningen är enkätbaserad med uppföljning per telefon. Runt 500 EL uppdragsledare arbetande i 500 byggprojekt är tillfrågade. 195 projektledare har svarat. Detta motsvarar en svarprocent på drygt 40%

## Produktivitet per projekt

Oavsett byggtyp är variationen stor med avseende på kostnad per producerad yta, tid, arbetstid mm. Även inom respektive produkttyp varierar produktivitetsdimensionerna.

Kostnaden för EL-projekt i svenska kr/m<sup>2</sup> BTA varierar från mindre än 400 kr/ m<sup>2</sup> BTA till 3 400 kr/ m<sup>2</sup> BTA. Medelvärde är 1 559 kr/ m<sup>2</sup> BTA och medianen är 1 296 kr/ m<sup>2</sup> BTA. I undersökningen finns dessutom ett projekt med extremt höga kostnader (5 000 kr/m<sup>2</sup> BTA).

EL-projektens storlek varierar från väldigt små projekt till väldigt stora, 69% av projekten är dock mellan 5 000 och 37 000 kvadratmeter.

Den markant största beställarkategori i denna undersökning är företag (65%). Stat, kommuner och landsting tillsammans är bara 24% av projekten.

Kostnaden för EL-projekt varierar över landet beroende på var bygget sker. EL-projektkostnaden är högst i norra Sverige (länsregion III) och lägst i Stor-Malmö. Skillnaden är cirka 160%, där EL-projekt i Stor-Malmö har markant lägre kostnad än övriga Sverige.

## Processivitet för EL-projekt; störningsfrihet, arbets- och ledder

Processivitet mäts i arbetstider, ledder och störningar. Det är arbetstider för hantverkare, byggplatsledning, och delvis underentreprenörer som har uppmätts.

Montörernas arbetstid varierar mycket. Medelvärde är 1,10 timmar/m<sup>2</sup> BTA, avvikelserna är stora t.ex. redovisar ett enskilt projekt i undersökningen 4 timmar/m<sup>2</sup> BTA. Detta är inklusive underentreprenörernas arbetstid.

Projektledare för EL-projekt använder i genomsnitt 0,1 timmar/m<sup>2</sup> BTA. Fördelningen antalet arbetsledartimmar per montörstimme är 0,12.

Undersökningen har vidare använt en bred definition av störningar, som även omfattar fel, brister och hinder. 9 av de tillfrågade EL-projektledarna har uppgett att de inte haft några störningar alls i projektet, vilket motsvarar endast 8% av antalet svarande. Den stora merparten av de tillfrågade EL-projektledarna har upplevt störningar. De dominerande typerna av störningar härleds till samspelet med huvudentreprenörens tidsplanering (50 största störningar), och rör sig dessutom om produktionstekniska utmaningar. Totalt har 110 största störningar identifierats av 194 EL-projektledare.

Många störningar anges vara kostsamma. 25% av EL projektledarnas störningar anges ha kostat mellan 200 000 och 5 miljoner kronor. Och ytterligare 10% uppskattar kostnaden för den enskilt största störningen till mellan 100 tSEK och 200tSEK.

Den förväntade felkostnadsbilden, var att kostnaderna för störningarna skulle vara lägre. Både denna rapport och Josephson (2013) hanterar endast projektens största störning, vilken används som en indikation på processiviteten. I Josephson (2013) inom flerbostadsbyggnation är projektens största störningar mindre kostsamma och de mest kostsamma största störningarna är på en lägre nivå.

Störningsfrihetsindex är en annan central del av processiviteten. Den är uppmätt för EL-projekt till mellan 50% och 71 % med ett genomsnitt på 59%, vilket är relativt lågt. Förmåga att hålla tidplan är genomsnittlig på 57% och svänger mellan 53% och 61%.

## **Produktivitetspåverkande faktorer**

Projektorganisationens prestationer är ramsättande för produktiviteten. Prestationen har här mäts per aktör.

Beställarens prestation, enligt ELprojektledaren, är på en bra hög nivå avseende tydliga mål. Värderingen varierar per region, bäst utvärdering får beställare i Region Nord (I) och sämst i Stor-Göteborg.

EL-projektledarna är markant mer nöjda med konsulternas prestation i region III, när det gäller byggarbete och möjlighet för samtal. Detta varierar per region.

Av beställarna får entreprenörerna högst utvärdering inom arbetsmiljö och produktionskvalitet och sämst när det gäller innovation och kvalitet av tidsplan. Detta varierar per region. Samarbete är bäst i Region III (syd) och sämst i Stor-Stockholm.

EL-uppdragsledarna har utvärderat sitt eget företags insats gällande stöd i det administrativa arbetet, bemanning för att utföra projektet, medbestämmande vid val av UE och företagets prioritering av projektet. Resultatet är en hög nivå av nöjdhet när det gäller den ledande montörens engagemang, montörernas tydliga framförning av önskemål och arbetslagets engagemang.

EL-materielleverantörernas prestation är värderad av EL-uppdragsledaren. Leveranssäkerhet värderas relativt lågt (drygt 80%).

## **Produktionstekniska förhållanden**

Hälften av EL-uppdragsledarna angav att projekten haft produktionstekniska utmaningar och något färre än hälften angav att projektet hade problem med trång byggarbetsplats. Denna typ av utmaning är i hög grad fördelad över hela Sverige, vilket visar att upplevelsen av trånga förhållanden kan uppstå även utanför storstadsregionerna.

## **Detaljanalys**

Detaljanalys av EL-projektkostnader inom skolor, flerbostadshus och kontor visar att även inom samma projektgrupp hittas stor kostnadsvariation. Vid urval av dessa grupper måste uppmärksammas att de blir ganska små och mätningen därför mer osäker.

Sakernas internet är ett nytt arbetsområde för EL-företagen. 171 företag har angivit att de jobbar med en eller flera delar av sakernas internet. 41 projekt har en hög andel av sakernas internet-installation.

## **Förbättringar av produktiviteten**

Många av de genomförda analyserna visar omedelbart var förbättringsåtgärder kan sättas in. Exempel är huvudentreprenörens planering och styrning och samverkan mellan EL-uppdraget och huvudentreprenören. Men undersökningen fokuserar också specifik på flera förbättringsstrategier:

Bättre samverkan i form av kontrakt lyfts ofta fram som produktivetsfrämjande. Det gäller även partnering. EL-projektledarna är positiva när det gäller erfarenheter med denna samverkansform. EL-projektledaren värderar samarbetet, leveranssäkerheten, produktions- och produktkvaliteten högt.

Enligt EL-projektledarna har man tillämpat partnering i 32 ut av 194 projekt. De EL-projekt som tillämpar partnering har en något högre kostnad än de som inte gör, men en högre prestation än de genomsnittliga projekten med avseende på: samarbete och att hålla tidplan. I partneringprojekten är också EL-projektledarna markant mer positiva med avseende på samarbetet med huvudentreprenören än i övriga projekt.

Hälften av EL-entreprenörerna svarar i rapporten att de använt BIM i projektet. I de projekt som har använt BIM, visar sig inte förbättrad produktivitet i någon av storleksklasserna. Däremot hålls tidplanerna bättre. Tillämpningen av BIM står inför ett vägska. Antigen kommer fortsatt digitalisering att föra in BIM mer i produktionsstyrning och kommer då troligen kunna ge tydlig effekt på byggprocessen. Eller också kommer BIM att i första hand fortsätta som ett projekteringsverktyg, medan digitalisering mer kommer att innebära en digital infrastruktur med många olika planerings- och styrningssystem, löst kopplad till BIM och till fastighetsadministrationssystem.

Vidare är det fortsatt en mycket begränsad andel EL-entreprenörer som använder lean construction, runt en tredjedel av EL-projekten i 2018. I urvalet projekt som uppger att de använder lean construction, visar på högre produktionskostnader i alla prisklasser, även om processparametrar som störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan förbättras. Detta resultat indikerar att det finns stort behov för mer leankompetens i EL-branschen.

### **Förslag till förbättringsinsatser**

Förbättringar av produktivitet kan uppnås genom att utveckla organisation och ledning. Genom att använda digitaliseringsteknologi och genom planering och användning av utrustning.

### **Rekommenderar fortsatt mätning**

Den svenska byggmarknaden är liten, innehåller stor variation i produkten och många företag. Det begränsar värdet av mätning, men det föreslås att viderutveckla mätningar och mätvärden som kan stimulera och vägleda förbättringsinsatser också i det enskilda företaget. Samhället investerar stora summor i bygg och anläggning och förtjänar ett bra pris för värdet som produceras.



## 1. INTRODUKTION

Elinstallationsbranschen i Sverige växer och gynnas av att installationsdelen av byggnation löpande blir mer omfattande. Denna undersökning och rapport fokuserar på projektproduktivitet av EL- uppdrag. Byggbranschens projekt, härunder EL-uppdraget, är den centrala producenten av ”byggt värde” för beställare och samhälle.

Detta kapitel är i tre delar. Först presenteras en definition av produktivitet. Därefter undersökningens modell för att mäta projektproduktivitet. Den tredje och sista delen är en presentation av dataunderlaget.

Syftet med denna undersökning är att utveckla kunskap om vad som skapar projektproduktivitet och vilka hinder och möjligheter det finns för att främja produktivitet. Rapportens tanke är även att stimulera förbättringsinsatser hos alla involverade aktörer.

### 1.1. VAD ÄR PRODUKTIVITET?

Produktivitet avser förhållandet mellan ”output” och ”input” och är ett mått för hur mycket värde som uppnås för en given resursinsats (Josephson 2013). När det gäller EL-projektproduktivitet är intentionen att mäta vad ett projekt får ut av den resursinsats som läggs ner i projektet. Andra produktivitetmätningar fokuserar på bransch-, företag-, eller arbetsproduktivitet av en särskild yrkesgrupp. Tillsammans utgör helheten av de olika mätningarna ett underlag för att förbättra produktivitet till exempel i samband med produktionsstyrning eller nationalekonomi. Det är sannolikt att digitalisering och big data-utvecklingen kommer att innebära att ännu flera sätt att förstå och mäta produktivitet växer fram. Att mäta output i relation till input låter kanske enkelt, men det finns många utmaningar. EL-uppdrag är, för att nämna några exempel, långt ifrån väldefinierade och välavgränsade i tid, arbetsinsats och ekonomi. Särskilt komplicerad är frågan om hur slutprodukten det färdiga EL uppdrag värde mäts. Byggnader och anläggningar är dessutom omfångsrika investeringar som avser en långsiktig användning, vilket ytterligare komplicerar värdefrågan.

Ansatsen här är att om man använder ett likartat sätt att mäta på många projekt, kommer avvikelser och särkillnader utjämnas varandra och leda till ett vettigt sätt att förstå produktivitet (Josephsson 2013, Koch & Lundholm 2018). I kort handlar det om att om man mäter flera gånger på samma sätt fås vettigt resultat. Alla metoder för att mäta har sina styrkor och svagheter.

### 1.2. METOD FÖR ATT MÄTA PRODUKTIVITET

Mätningen är knuten till EL-projekt som utförts och avslutats i Sverige under 2018. Då EL undersökningen genomförs för första gången finns ingen direkt jämförelsemöjlighet mot tidigare material. Dock har jämförelse av ett fåtal parametrar kunnat göras med byggprojekt utfört i 2013 och 2014 och VVS-projekt utfört i 2018 (Koch & Lundholm 2018, Koch & Brycker 2018).

De byggprojekt vilka EL-uppdraget har undersökts har kategoriserats i första hand som flerbostadshus, lokaler och gruppbyggda småhus. Lokaler är byggnader så som barndaghem, skolor, kontorshus, förvaltningsbyggnader, sport och

rekreationsanläggningar, sjuk- och långvård, kyrkliga byggnader, äldreboenden, samt övriga lokaler, vilka omfattar butiker, industrifastigheter och andra.

I varje projekt har EL uppdragsledaren ombetts besvara frågor om det enskilda projektet. Detta gjordes under mars till maj 2019. Frågorna har avsett grundfakta om produkten och organisationen, kostnader, tider, hur arbetet fortskridit och hur aktörerna presterat (i stort på samma sätt som Josephson 2013 och Koch & Lundholm 2018). Antalet frågor har varit begränsat med syfte att minska belastning på uppdragschefen. Frågeenkäten omfattade 24 frågor varav många var multipla.

Nedan genomgås undersökningsmodellen för produktivitetmätning:

**Figur 1: Produktivitetens grundmodell**



Modellen visar en beskrivning av produktivitetens undersökningsmodell: Byggprojektet och EL projektets input beror av produktionsförutsättningarna (botten av figur 1) och genomlöper sedan en process, där störningar sker, som tar tid och arbetstid, och som uppbringar kostnader (högra sidan av figur 1) Detta leder till projektets output, ett värde som här mäts i kronor per kvadratmeter BTA. Under processen är EL-projektet dessutom beroende av projektorganisationens prestationer (vänstra sidan av figur 1). Dessa prestationer beror av byggets huvudaktörer; beställaren, konsulterna, byggentreprenörerna och leverantörerna.

De olika aspekterna mäts via intervju, understödd av ett frågeformulär. Detta innebär att kunskapen bygger på aktörernas egna värderingar. Detta är ett vanligt sätt att mäta produktivitet, men det innebär att mätningen är helt beroende av de professionellas värderingar. En oberoende mätning metod värderas att vara markant dyrare och långsammare.

En rad definitioner kommer direkt från Josephson (2013), till exempel byggkostnad, byggherrekostnad, störningsindex, bruttototalarea (BTA) och partnering.

Rapportens struktur följer modellen i figur 1 på följande sätt. Kapitel 2 analyserar projektkostnader, processiviteten (dvs arbetstider), ledtider och störningar för EL-uppdraget. Kapitel 3 analyserar projektorganisationens prestationer och kapital 4 produktionsförutsättningar.

I kapitel 5 görs en detaljanalys. I kapitel 6 är fokus på hur man kan förbättra produktiviteten. I kapitel 7 ges slutsatser och i bilagor följs olika frågor upp, geografiskt läge m.m.

### 1.3. UNDERSÖKTA PROJEKT

Den uppdragsansvariga hos El-entreprenören vid de största nybyggnationsprojekt genomfört i Sverige i 2018 har tillfrågats. 195 av dessa respondenter har deltagit (se tabell 1) alla inom kategorin EL-entreprenör. Detta motsvarar 39% av de tillfrågade 500. En av de tillfrågade har inte har angivit sin företagstyp. Varje respondent representerar ett EL projekt som är en del av ett byggprojekt. De 195 projekt fördelar sig på 98 deltagande företag. Ett stort företag deltar med 29 projekt och 73 företag deltar med vars ett projekt. Övriga 24 företag placerar sig däremellan.

De företag som deltar, jobbar typiskt inom flera affärsområden som EL-installationer, larm och säkerhet, data- och teleinstallationer. De jobbar typisk inom både entreprenader av nybygge eller renovering och inom service. En del erbjuder även projektering som tjänst. Storföretagen har mycket bredare multidisciplinär profil som omfattar automation, fjärrvärme, kyla och även andra VVS områden som ventilation och VS. När det gäller storlek kan det bemärkas att det i undersökningen finns småföretag med under 50 anställda, även om storföretagen dominerar.

**Tabell 1 - Antal EL-projekt och svarande**

Svar	Totalt
Antal respondenter, varav	195
El-entreprenör	194

EL uppdragens fördelning framgår av tabell 2 och 3. Som förväntat finns en koncentration av större projekt, då urvalet avser de 500 största projekten som avslutades 2018. Projektens storlek spänner från 65 000 kvadratmeter till 140 kvadratmeter (sista är en tidig del av en gruppbyggnad av småhus). Tio projekt är större än 20 000 kvadratmeter (kvm).

**Tabell 2 - EL-projektens storlek i BTA fördelat i procent. N=74**

Projektets storlek (m2 BTA)	An
1-999	1%
1000-1999	3%
2000-2999	7%
3000-3999	15%
4000-4999	5%
5000-5999	5%
6000-7999	12%
8000-9999	12%
10000-19999	27%
20000-	12%
Summa	100%

Tabell 2 och 3 visar att hälften av projekten är från 6.000 kvm och uppåt.

**Tabell 3 - EL projektens storlek i BTA fördelat på antal. N=74**

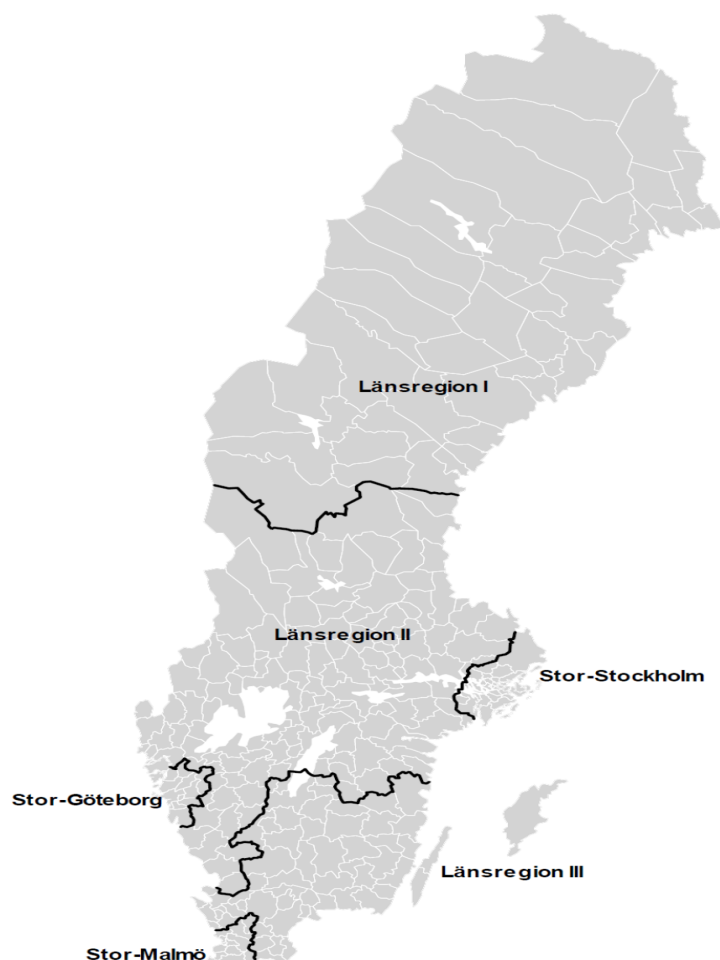
Projektets storlek (m2 BTA)	Elprojekt antal
1-999	1
1000-1999	2
2000-2999	5
3000-3999	11
4000-4999	4
5000-5999	4
6000-7999	9
8000-9999	9
10000-19999	20
20000-	9
Summa	74

Tabell 4 visar geografiskfördelning av EL-uppdragen i undersökningen. De regioner med flest projekt är mellersta Sverige och Storstockholm. Spridningen är liknande bygg och VVS projekt (se Koch et al 2019, Koch, Shayboun & Altarabishi 2019). Regionindelningen följer Statistiska central byråns (SCB) indelning och presenteras i figur 2.

**Tabell 4 - Antal EL projekt per länsregion och storstadsområde. N=194**

Region	EL projekt (st)
Länsregion I	17
Länsregion II	77
Länsregion III	23
Stor-Göteborg	27
Stor-Malmö	16
Stor-Stockholm	34
Hela Sverige	194

**Figur 2: Regionindelning av Sverige (SCB 2019)**



I tabell 5 presenteras kostnad för EL-uppdraget per kvadratmeter BTA. Här används verklig kostnad, uppgjord efter uppdraget avslutats (i enkätfrågan kallad ”verklig kostnad” gentemot budgeterad kostnad). Notera att bara 51 respondenter ut av 194 har angivit både kostnaden och byggd kvadratmeter BTA, varför N=51.

**Tabell 5 – Kostnad för EL uppdrag (percentil) EL. N=51**

Percentil	Byggkostnad (kr/m <sup>2</sup> BTA)
10-percentil	424
25-percentil	746
50-percentil (medianvärde)	1344
50-percentil (medelvärde)	1601
75-percentil	2163
90-percentil	3137

Diagram 1 illustrerar samma kostnadsspridning som tabell 5 men skriver ut alla projekt. Denna systematiska variation som uppvisas, återkommer i hela rapporten. Medelvärdet för ett EL-uppdrag är 1549 kr/kvm BTA, men som ses finns ett kostnadstungt projekt som

dominerar bilden. Om detta tas bort framkommer ett något annorlunda resultat vilket kan ses i diagram 2.

**Diagram 1 - Kostnader för EL-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m<sup>2</sup>). N=51**

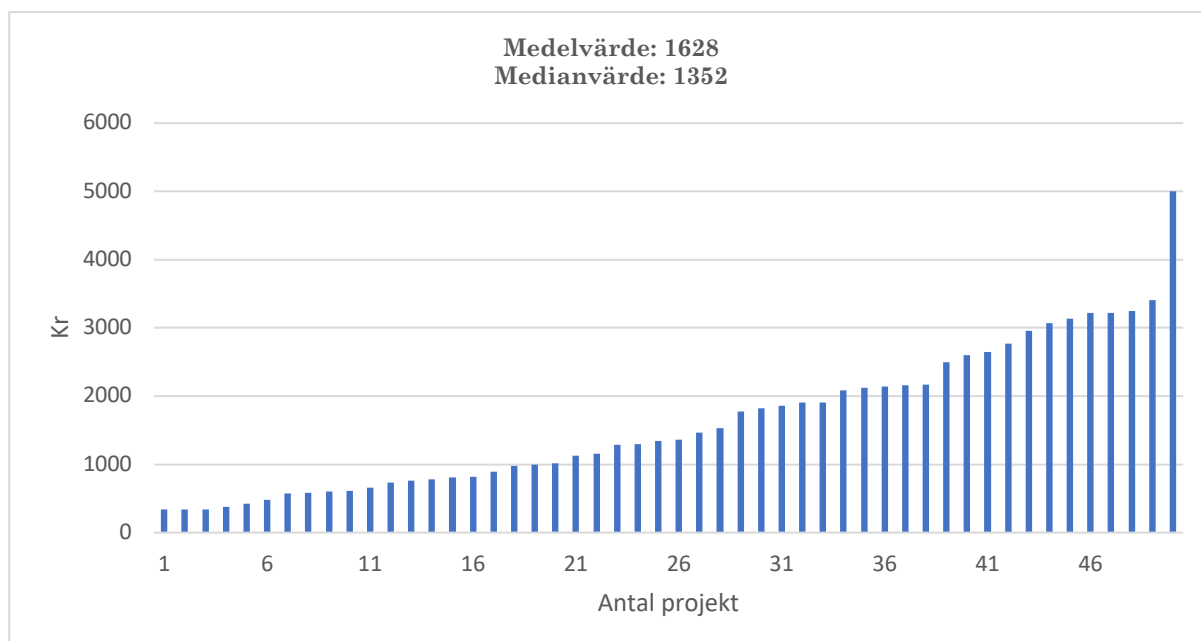
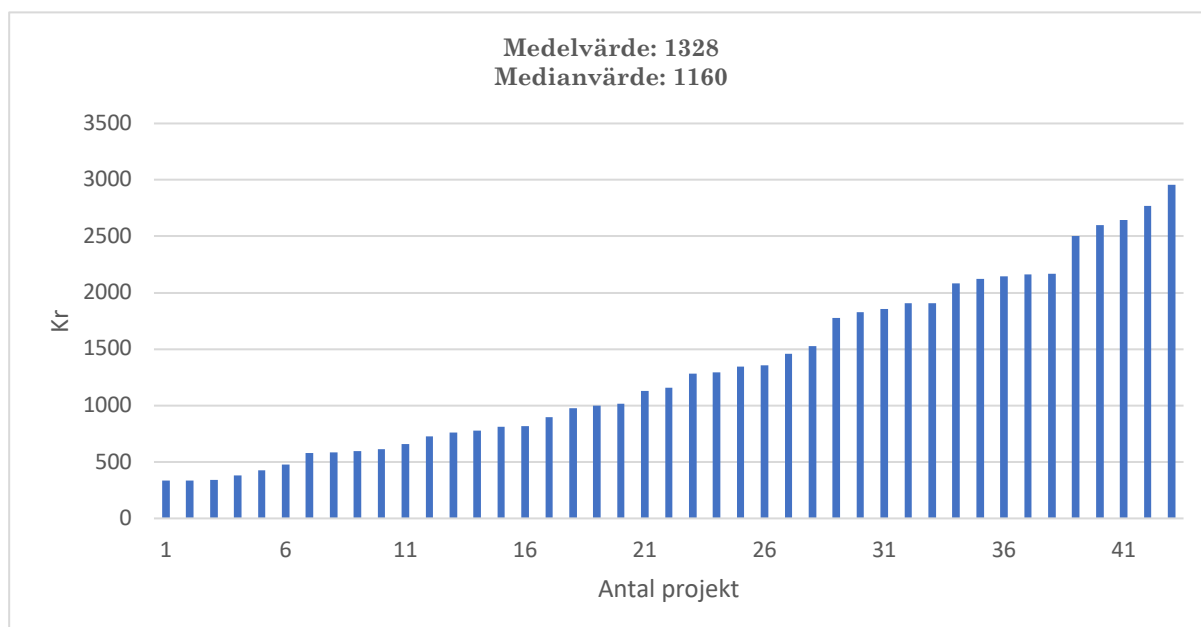


Diagram 2 visar kostnaden för projekt understigande 3 000 kr. Det framkommer tydligt att kostnadsvariationen är genomgående också ibland mindre projekt. Medelvärdet i denna korrigerade grupp av projekt är 1.243 kr/kvm BTA.

**Diagram 2 - Kostnader för EL-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m<sup>2</sup>) understigande 3 tkr. N=44**



**Tabell 6 – Kostnad (median) för samtliga EL-projekt i kr/m2 BTA. N=51**

Bruttototalarea, BTA (m)	Verklig kostnad Elentreprenör (kr/m2 BTA)
0–999	-
1000–2999	1013
3000–4999	1528
5000–7999	2151
8000-	938
Alla projekt	1344

Tabell 6 visar att inget mönster kan skönjas som har med effektivitet kopplat till storlek att göra. Man hade kunnat vänta sig att större projekt skulle få en lägre kvadratmeterkostnad men som kan ses i tabellen är det inte så. Visserligen blir de största projekten billigare men de andra urvalsgrupperna visar inte på något sådant mönster.

**Tabell 7 – Kostnad för samtliga EL-projekt i kr/m2. N=74**

Bruttototalarea, BTA (m)	Antal ELprojekt (kr/m2 BTA)
0–999	0
1000–2999	4
3000–4999	11
5000–7999	10
8000-	26
Alla projekt	51

Tabell 8 visar kostnad fördelad på typ av beställare från de 51 projekt som har angiven kostnad och kvadratmeter. Många deltagande beställare är företag som är aktiva inom bostadsutveckling och som beställer flerbostadshus (75 ut av 194 respondenter, motsvarande 33 svar i tabellen). De dyraste projekt är drivna av stat och landsting, men utgör endast ett begränsat underlag (3 projekt). I de projekt där regioner är beställare är det ofta installationstäta produkter såsom sjukhusbygge, men även statliga byggen kan vara komplicerade. Tabellen visar även anmärkningsvärt höga kostnader för kommunalt byggande (kommunalt och kommunalt bostadsbolag). Underlaget är dock begränsad då bara 9 kommunala projekt och 3 bostadsbolag projekt ingår.

Tabell 8 – Kostnad och BTA (median) fördelat på typ av beställare för samtliga EL-projekt. N=51

Typ av beställare	EL projektkostnad (kr/m2 BTA)	Bruttototalarea, BTA (m2)	Antal projekt (st)
Bostadsrättsförening	456	3342	2
Förening	478	8375	1
Företag	1128	9200	33
Kommunal	1908	3600	9
Kommunalt bostadsbolag	897	12824	3
Landsting/Region	2456	10000	2



Stat/myndighet	3250	3000	1
Alla Projekt	1344	8360	51

I tabell 9 fokuseras på det geografiska läget. För varje region ges en genomsnittskostnad och en genomsnittlig storlek på projekt i kvadratmeter BTA. Även i denna dimensionen kan ses stor variation, omkring 160% mellan lågkostnad i Malmö och högkostnad i Norra Sverige.

**Tabell 9 – EL uppdragskostnad och BTA (median) fördelat på Region för samtliga EL-projekt. N=51**

Region	Byggkostnad (kr/m <sup>2</sup> BTA)	Bruttototalarea BTA (m <sup>2</sup> )	Antal projekt (st)
Länsregion I	2160	11500	5
Länsregion II	1160	6700	21
Länsregion III	1676	8182	6
Stor-Göteborg	1570	7050	6
Stor-Malmö	829	8476	6
Stor-Stockholm	1344	10686	7
Hela Sverige	1344	8360	51

Sammanfattningsvis är kostnadsvariationen stor med avseende på kostnad per producerad yta. Som det visas senare är variation genomgående även inom respektive produkttyp (skola, lokal, flerbostadshus, kontor).

Kostnaden för EL-projekt i svenska kr/m<sup>2</sup> BTA varierar från mindre än 400 kr/ m<sup>2</sup> BTA till 3400 kr/ m<sup>2</sup> BTA. Medelvärdet är 1 559 kr/ m<sup>2</sup> BTA och medianen är 1 296 kr/ m<sup>2</sup> BTA. Ett av projekten i undersökningen har extremt höga kostnader (5000 kr/m<sup>2</sup> BTA). 69% av EL-projekten är mellan 5 000 och 37 000 kvadratmeter. Företag är den markant största beställarkategori. Stat, kommuner och landsting tillsammans utgör bara 24% av projekten.

När det gäller geografisk variation är EL-projektkostnaden högst i norra Sverige (länsregion III) och lägst i Stor-Malmö. Skillnaden är cirka 160%, där Stor Malmö alltså uppvisar markant lägre kostnader än övriga Sverige.

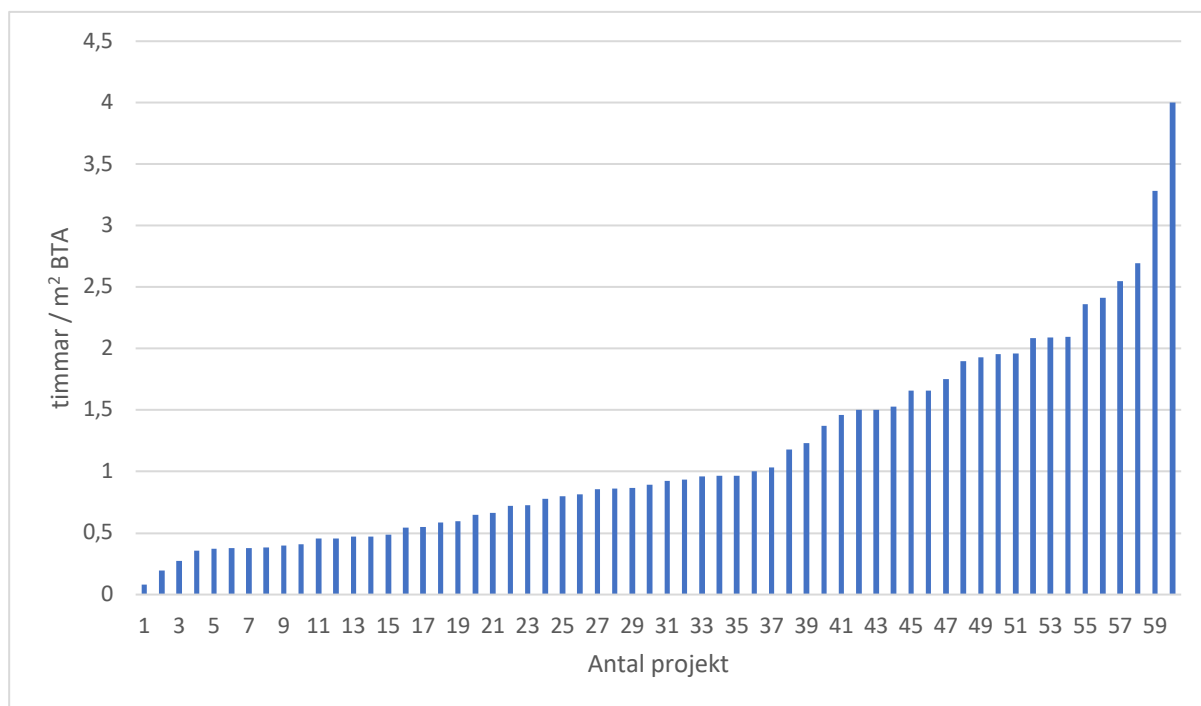
## 2. PRODUKTIVITET OCH STÖRNINGSFRIHET

### 2.1. ARBETSTIDER

Hög produktivitet hör ihop med en process med bra framdrift där aktiviteter logisk följer varandra och är väl koordinerade. För att uppnå det, krävs en väl proportionerad insats av arbetskraft och ledning. I kapitel 1.3 var fokus på slutkostnader per producerad kvm. I följande kapitel (avsnitt 2.1), och de följande (2.2 och 2.3), är fokus istället den effektivitet av processerna som leder fram till slutprodukt. I detta avsnitt är det arbetstider, följt av avsnitt 2.2 om ledtider, och avsnitt 2.3 om störningar och störningsfrihet.

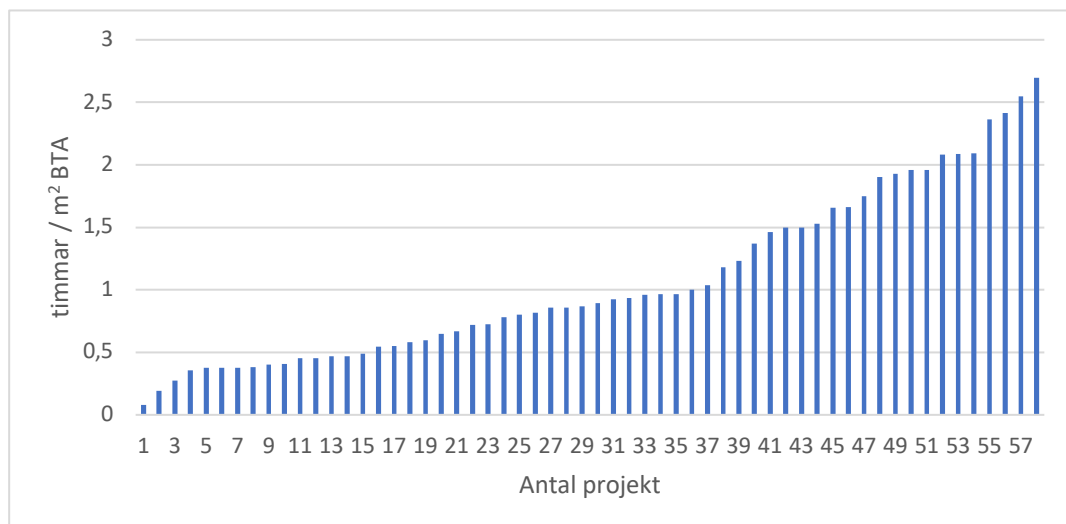
Arbetstider mättes för montörer och för arbetsledningen på projekt. Diagram 3 och 4 visar arbetstimmar för montörer per kvadratmeter för samtliga EL projekt. Egna montörer och montörer hos underentreprenörer ingår i data för montörernas arbetstid. Arbetstiden per kvadratmeter varierar för merparten av projekten under 2 timmar per kvm.

**Diagram 3 - Antalet arbetstimmar per m<sup>2</sup> BTA för montörer för samtliga EL-projekt. N =60 . Medelvärde: 1.2 Medianvärde: 0.91**



I diagram 4 har de extrema projekten med arbetstid över 3 timmar per kvadratmeter tagits bort. Här tydliggörs även variationen i intervallet 0,3 till 1,5 timmar per kvadratmeter BTA:

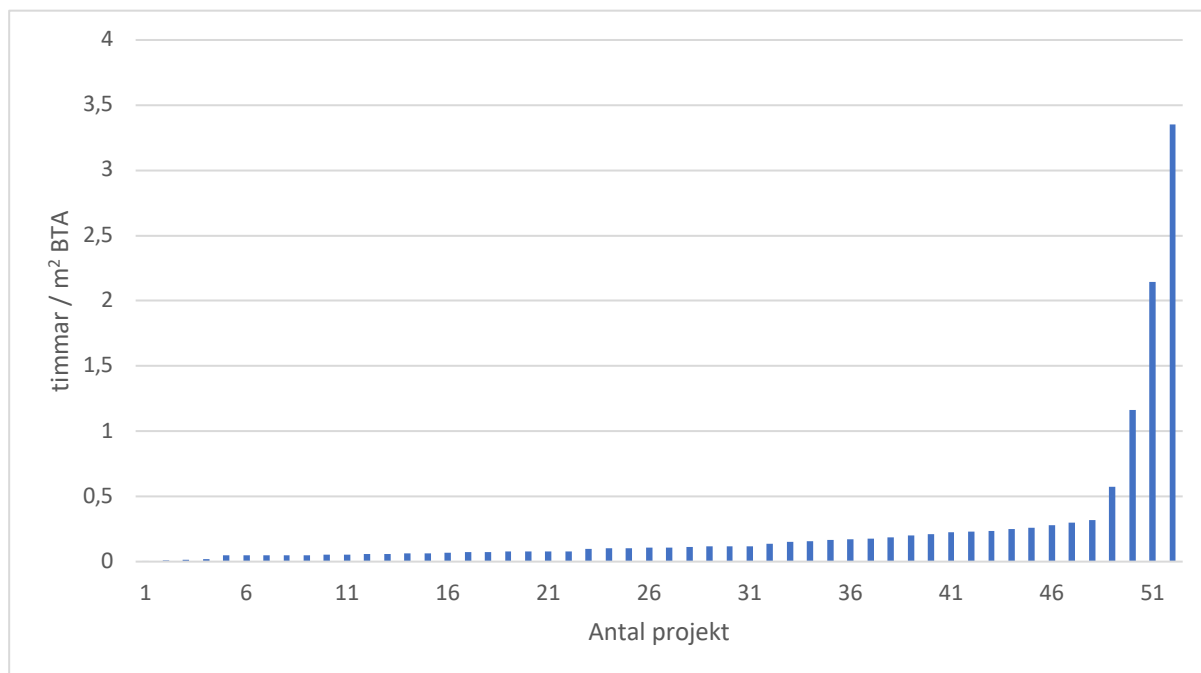
**Diagram 4 - Antalet arbetstimmar per m<sup>2</sup> BTA för montörer för EL-projekt understigande 3 timmar / m<sup>2</sup> BTA. N =58. Medelvärde 1,1, Median 0,9**



En viktig parameter för framdriften i EL projekt är den rätta kombinationen av montörer och arbetsledare eller annan byggplatsledning. Det är därför intressant att titta på vilken ledningsinsats EL-entreprenörer använder för att genomföra ett projekt. De projektansvariga för EL tillfrågades om hur många arbetstimmar som utfördes av egna tjänstemän. Detta ger en mätning av företagets använda tid till arbets- och projektledning av det enskilda projektet. I den här rapporten benämns det som byggplatsledningstid.

Som diagram 5 visar varierar projektledningstiden mycket, men med ett medeltal på 0,1 timmar/kvm. Ledningstiden går upp till 1,2 timmar per m<sup>2</sup> BTA, men merparten är under 0,4 timmar/kvm (de två extrema projekten exkluderat).

**Diagram 5 – EL-projektledningstid rangordnad efter timförbrukning för EL-projekt. N = 52. Medelvärde: 0.25. Medianvärde: 0.11**



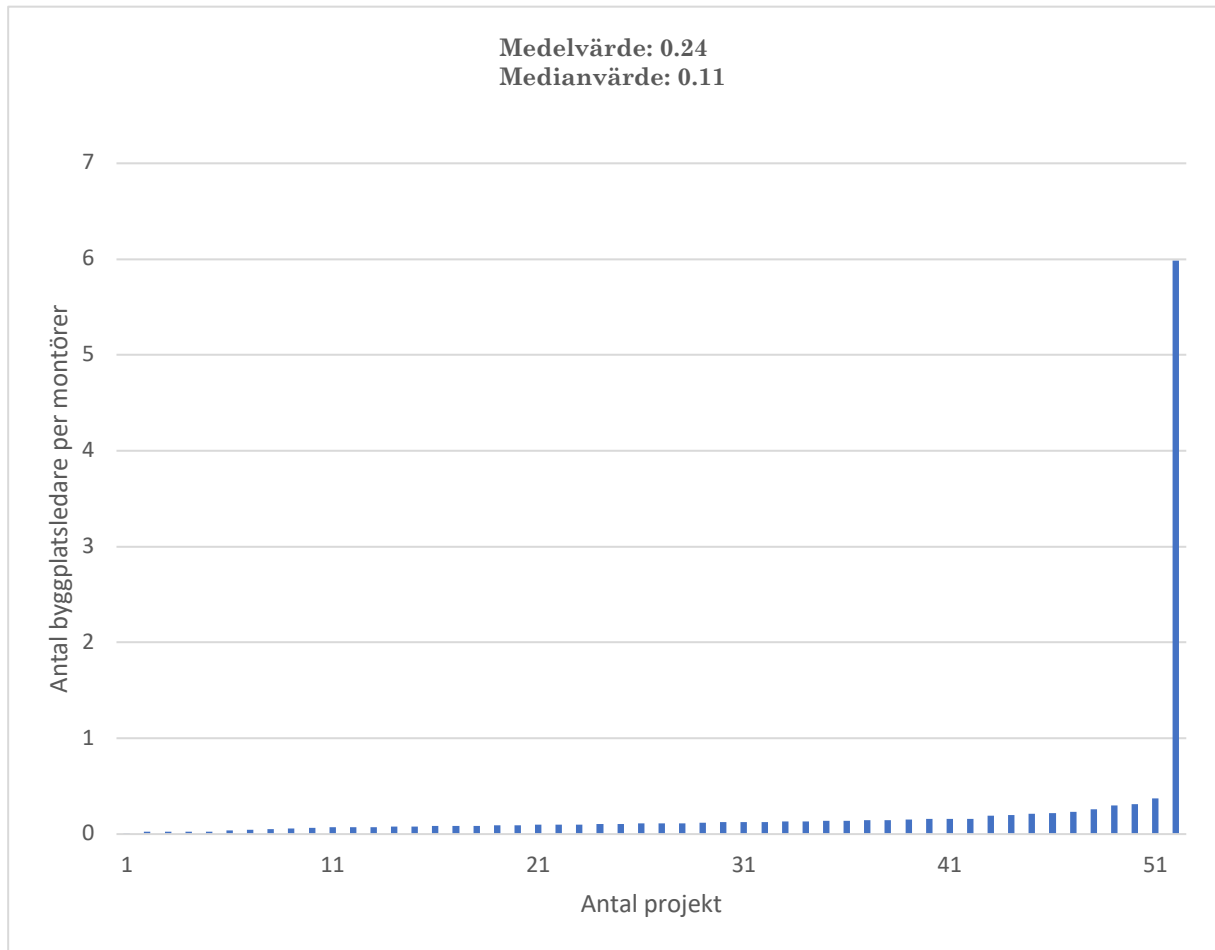
I diagram 6-7 och 8-9 mäts kvoten mellan montörer och arbetsledare eller annan ledning på plats i form av byggplatsledningstäthet, alltså storleken på tjänstemannainsats gentemot montörinsats. Här används två typer (Josephson 2013):

Byggplatsledningstäthet I: *Kvoten mellan antalet arbetstimmar som VVS entreprenörens tjänstemän utfört på byggplatsen och antal arbetstimmar utförda av montörer, inklusive underentreprenörers montörer.*

Byggplatsledningstäthet II: *Kvoten mellan antalet arbetstimmar som VVS entreprenörens tjänstemän utfört på byggplatsen och antal arbetstimmar utförda av entreprenörens egna montörer.*

Typ två är den vanligaste (Josephson 2013) men först redovisas Byggplatsledningstäthet I i diagram 5 (och 6):

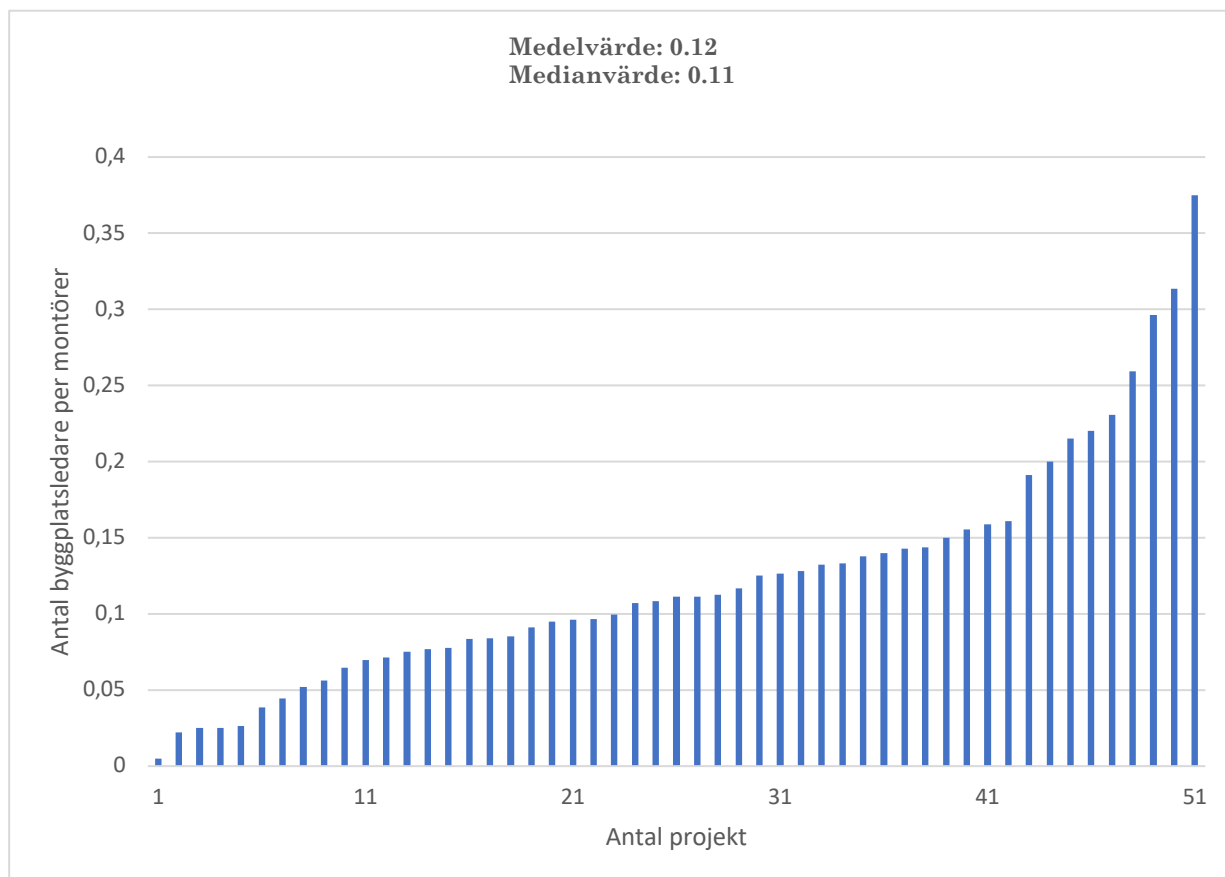
**Diagram 6 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UE:s montörer) för samtliga EL-projekt. N =52**



Det extrema projektet använde ovanligt många tjänstemän på plats, enligt EL uppdragsledaren. Projekt gick väl i en rad andra dimensioner.

Diagram 6 fokuserar på de projekten där byggplatsledningstätheten är under 1.

**Diagram 7 - Byggplatsledningstäthet I (antal arbetsledare per montör, inkl. UE:s montörer) för EL-projekt understigande 1 timme byggplatsledning/montör. N=51**



Den "rätta" kombination av alla montörer och egna arbetsledare/ byggplatsledning ser i praktiken ut att vara mellan 0,05 och 0,2 timmer per montörtimme i 2018. Innanför detta intervall ligger 36 projekt av 51. Ledningsinsatsen varierar mycket, 400%

I diagram 8 och 9 fokuseras på byggplatsledningstäthet II dvs förhållandet mellan antalet arbetstimmar som EL entreprenörens tjänstemän utfört på byggplatsen och antal arbetstimmar utförda av entreprenörens egna montörer.

**Diagram 8 - Byggplatsledningstäthet II (antal ledare per montör) för samtliga EL-projekt. N =52**

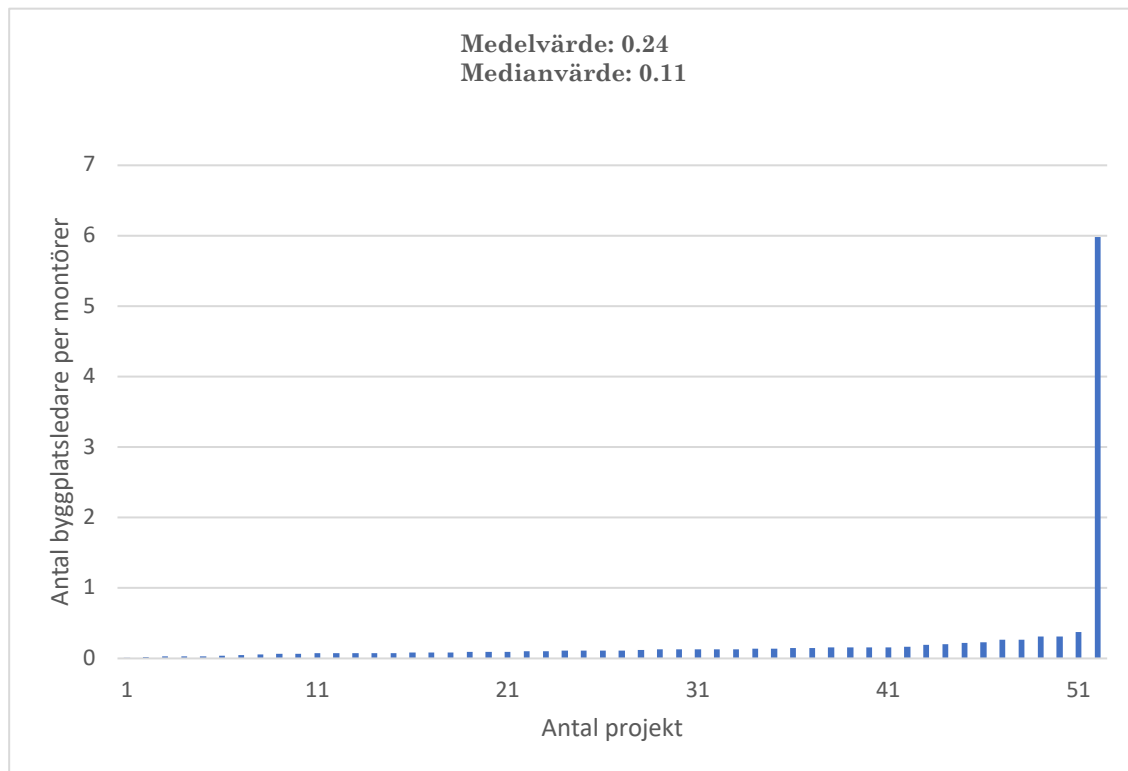
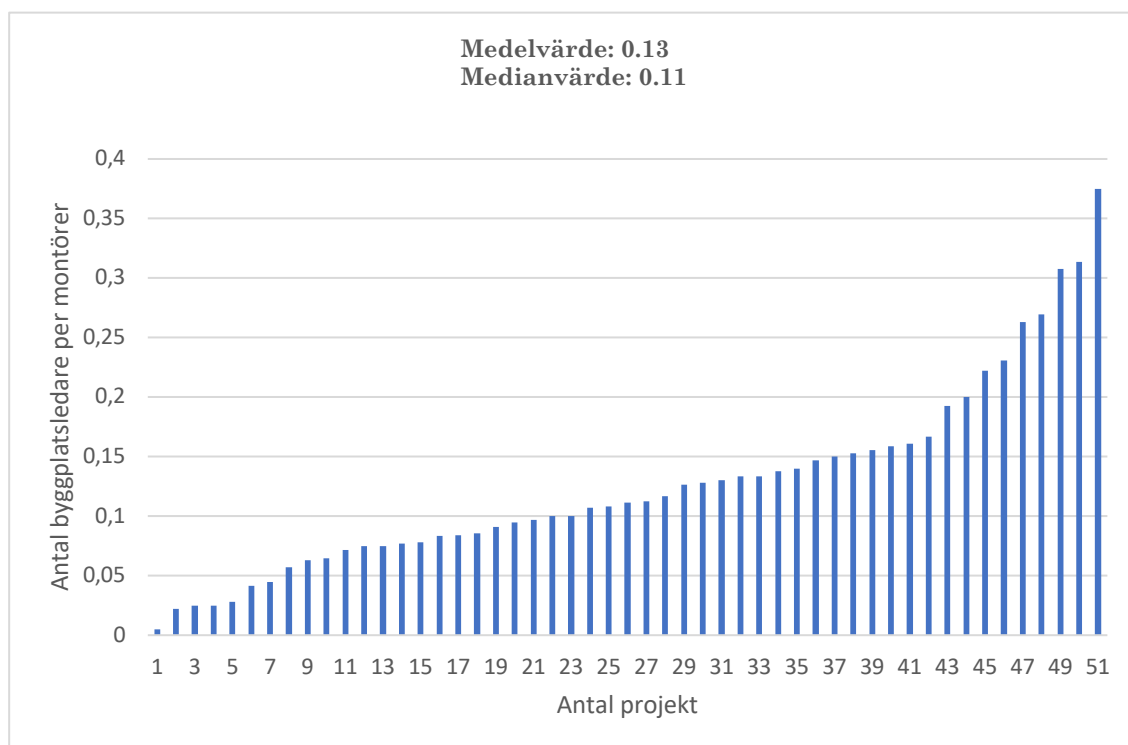


Diagram 8 domineras av ett projekt, som sen tas bort i diagram 9:

**Diagram 9 - Byggplatsledningstäthet II (antal arbetsledare per montör, inkl. UEs montörer) för EL-projekt understigande 1 timme byggplatsledning/montör. N=51**



Utifrån dessa diagram kan uttydas att den ”rätta” kombination av egna montörer och arbetsledare eller annan byggplatsledning per montörtimme verkar i 2018 vara mellan 0,05 och 0,25 timmar. Innanför detta intervall ligger 39 projekt ut av 51. Ledningsinsatsen varierar alltså också mycket här, 500%. Jämförs byggplatsledning I och II ses att ledningsinsatsen är genomsnittligt betraktad stort sett den samma.

**Tabell 10 - Byggplatsledningstäthet (median) utifrån byggnadstyp för samtliga EL-projekt. N=52**

Byggnadstyp	Byggplatsledar- täthet I (byggplatsledare/ alla montörer)	Antal projekt (st)	Byggplatsledar- täthet II (arbetsledare/ egna montörer)	Antal projekt (st)
Affärslokaler	0.14	1	0.14	1
Flerbostadshus	0.10	18	0.10	18
Gruppbyggda småhus	0.15	1	0.15	1
Idrott Inomhus	0.11	5	0.11	5
Industrier / Verkstad / Lager	0.20	4	0.20	4
Kontorsbyggnader	0.12	6	0.12	6
Samfärdsel- byggnader	0.10	6	0.13	6
Samlingslokaler	0.13	1	0.13	1
Sjuk- & Hälsovård	0.14	5	0.15	5
Skola / Förskola	0.11	5	0.11	5
Alla Svar	0.11	52	0.11	52

I Tabell 10 sammanställs olika byggnadstyper. Även här varierar ledningsinsatsen mycket. Byggplatsledning I 100% och byggplatsledning II 100%, dock med övervikt på den nedre delen, med ett genomsnitt för båda på 0,11 timmer per montör. Det upplevs inte här finnas ett enkelt mönster som med byggkostnad per kvadratmeter per beställartyp som framställdes i tabell 8.

## 2.2. LEDTID

Ledtid är ett mått för produktivitet, tidsförbrukning från start till slut oavsett vad som hänt under resans gång. Att förbättra ledtiden kan vara knuten till kundens uppfattning av projektet. Förbättringar kan erhållas genom att fokusera på störningar, planering, organisation och på samverkan.

Här har följande tider använts; byggstart, byggslut, planerad byggtid för montage, verklig byggtid, tid för planering innan montage och tid för åtgärdande av slutbesiktningsanmärkningar med fokus på EL-uppdrag. Detta innebär att tiden före byggstart, inte är inkluderad i data. Start räknas istället från kontraktet, och tiden från kontrakt till start på montage räknas som planering.

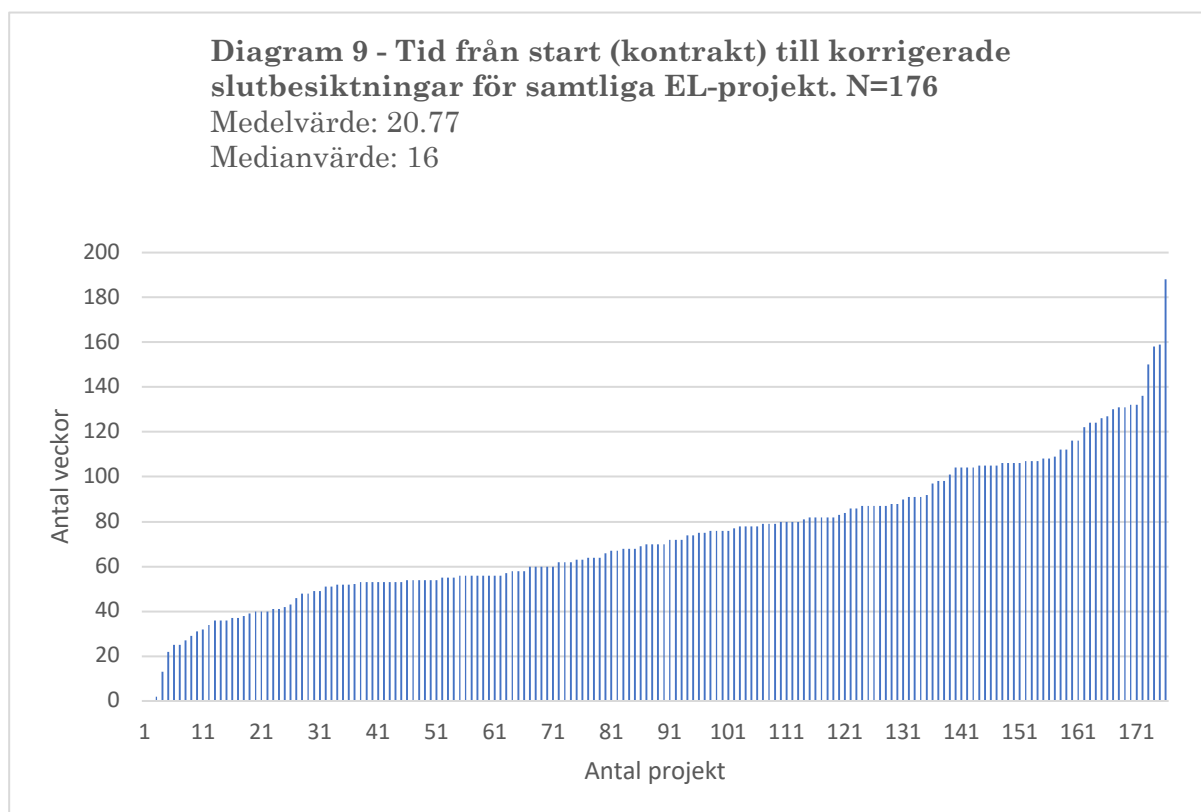
De EL-projektansvariga tillfrågades om planeringstid (från kontrakt till start montage), planerad byggtid mätt som tid i månader från start av montage till slutbesiktning och verklig byggtid på samma sätt. Tiden för åtgärdande av slutbesiktningsanmärkningar mättes som tiden från slutbesiktning till sista åtgärd var utförd. Den EL-



projektansvariga är ombedd att värdera när detta förväntades att ske, om status var att inte alla åtgärder var genomförda.

Diagram 9 visar variationen i ledtider per projekt. Genomsnittlig ledtid är 20 veckor.

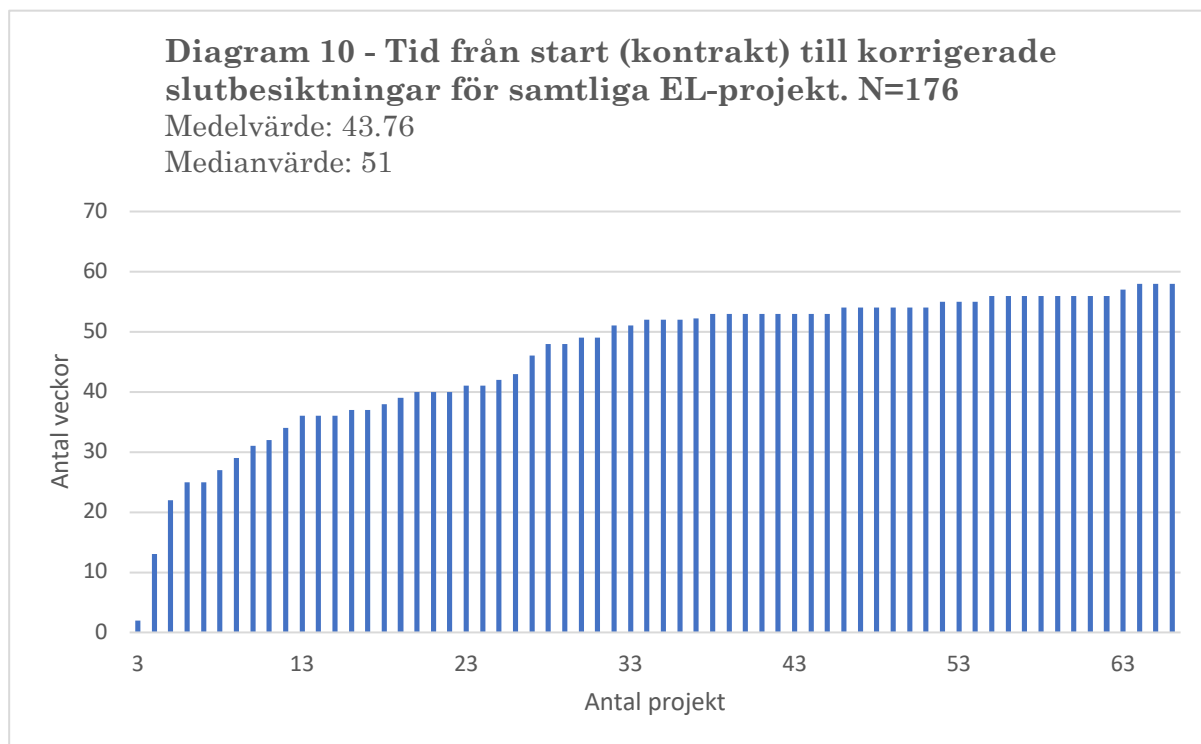
**Diagram 4 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för samtliga EL-projekt. N=176**



Med ett medelvärde på 73 veckor är det tydligt att där finns relativt många stora projekt, som också tabell 3 visade. 31% av projekten är mer än 10 000 kvm och ytterligare 23% är mellan 6 000 och 10 000 kvm. Det längsta projekt råkade ut för en EL-konsult som stängde ner, vilket genererade mycket ÄTA (cirka 20% av den fakturerade summan) och 32 veckor överskridning av tidsplanen till en total tid på 188 veckor eller omkring 3,5 år.

Diagram 10 visar ledtid for projekt understigande 60 veckor. Här uppvisar EL uppdragen en ovanlig homogenitet i längd, med ett medelvärde på 44 veckor.

**Diagram 5 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för EL-projekt understigande 60 veckor. N=171**



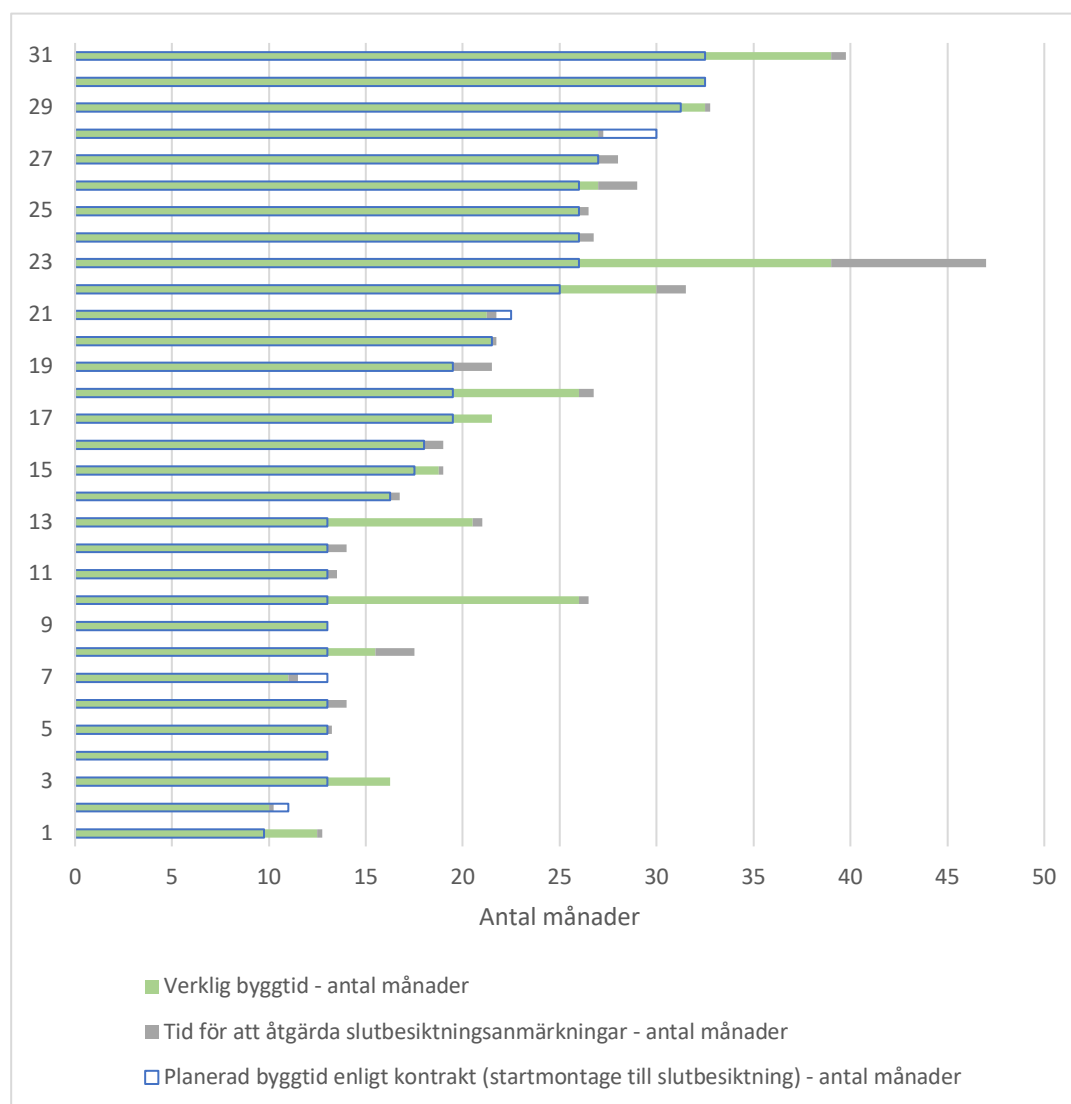
I tabell 11 fokuseras på genomsnittsvärde av de olika delarna, av EL uppdraget, i den samlade ledtiden, planeringstid, planerad tid, verklig tid, tid för åtgärder och tid från byggstart till byggslut.

**Tabell 11 - Ledtider i antal månader (median- & medelvärde) för processer under produktframtagningen för samtliga VVS-projekt. N=195**

Ledtid	Medianvärde	Medelvärde	Antal projekt (st)
Planeringstid	4.0	5.2	152
Planerad byggtid	15	16.7	177
Verklig Byggtid	17	18.0	179
Tid för att åtgärda slutbesiktningssmärkningar	0.5	0.7	169
Byggstart-Byggslut	19.3	19.8	173

I diagram 11 fokuseras på projekten i Stockholm. Som det ses, är de inte speciellt längre än övriga Sverige, tabell 11 uppvisar en genomsnittlig verklig byggtid på 18 månader och diagram 11 visar ledtider en aning över. Om man tittar på tabell 12 och 13 nedan ses dock att den genomsnittliga byggtiden är högre i Stor-Stockholm, 21,5 månader (85 veckor) än i övriga Sverige (18 månader). Och det samma gäller tid från byggstart till byggslut.

**Diagram 6 - Ledtider samtliga EL-projekt i Stockholm. N=31**



**Tabell 12 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga EL-projekt. N=182**

Region	Planeringstid (median)	Planeringstid (medel)	Verklig byggtid (median)	Verklig byggtid (medel)
Länsregion I	10	12	78	73
Länsregion II	20	21	60	66
Länsregion III	15	16	58	78
Stor Göteborg	21.5	24	72	77
Stor Malmö	16	19	78	76
Stor Stockholm	24	25	83.5	85

**Tabell 13 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga EL-projekt. N=190**

Region	Planeringstid (median)	Planeringstid (medel)	Planerad byggtid (median)	Planerad byggtid (medel)	Verklig byggtid (median)	Verklig byggtid (medel)
Länsregion I	10	12	77	70	78	73
Länsregion II	20	21	56	61	60	66
Länsregion III	15	16	60	63	58	78
Stor Göteborg	21.5	24	72	75	72	77
Stor Malmö	16	19	78	75	78	76
Stor Stockholm	24	25	72	77	83.5	85

Tabell 14 fokuserar på total byggtid (byggstart till byggslut) och på tid för åtgärder efter slutbesiktning. Norra Sverige och Stor-Stockholm har här längst tid (4 veckor) och mellersta Sverige och Stor-Malmö kortaste (2 veckor).

**Tabell 14 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga EL-projekt. N=190**

Region	Plane- rad byggtid median	Plane- rad bygg- tid medel	Bygg- start- byggslut median	Bygg- start- bygg- slut medel	Tid för att åtgärda slutbesikt- nings- anmärkningar median	Tid för att åtgärda slutbesikt- nings- anmärkningar medel
Länsregion I	77	70	78	80	2	4
Länsregion II	56	61	74	79	2	2
Länsregion III	60	63	72	75	2.5	3
Stor Göteborg	72	75	89	94	2	3
Stor Malmö	78	75	91	85	1	2
Stor Stockholm	72	77	104	101	2	4

Sammanfattningsvis kan sägas att variationen på ledtid är stor genom hela spektrat av typ av projekt, projektstorlek och geografi. I denna undersökning finns en stor andel av stora och långa projekt. Mer än 50% är större än 6 000 kvm.

### 2.3. STÖRNINGAR OCH STÖRNINGSKOSTNADER

Störningar är avvikelser från den optimala processen och då också motsatsen till produktivitet. Eftersom produktivitet är ett svårt begrepp att definiera kan det ibland vara enklare att definiera dess motsats och därigenom närma sig begreppet. I denna rapporten använd begreppet processivitet, vilket är ett mått för effektiv process, vilket i sin tur är störningsfri. Det är anledningen till att en undersökning om produktivitet diskuterar störningar och störningskostnader. EL-projektledaren tillfrågades i en öppen fråga om vad som var den största störning i EL-projektet.

I tabell 15 redovisas varifrån störningarna har sitt ursprung. Sett från EL-projektledarens perspektiv är de största processutmaningarna relaterade till huvudentreprenörens tidplan och tidplanhållning. Här upplevs drygt en tredjedel av störningarna. Den näst största störningskälla är projekteringen, och tredje största källan störningar är beställaren. Materialleveranser är inte upphov till någon största störning. Jämfört med huvudentreprenörens utmaningar är väder och bygglov inte markanta problem för EL-entreprenörerna.

Antalet svar för ”inga störningar” är relativt lågt jämfört med bygg och VVS mätningarna (Koch et al 2019, Koch, Altarabich & Shayboun 2019). I dessa två undersökningar fanns långt flera störningsfri projekten.

**Tabell 15 - Störningskällor**

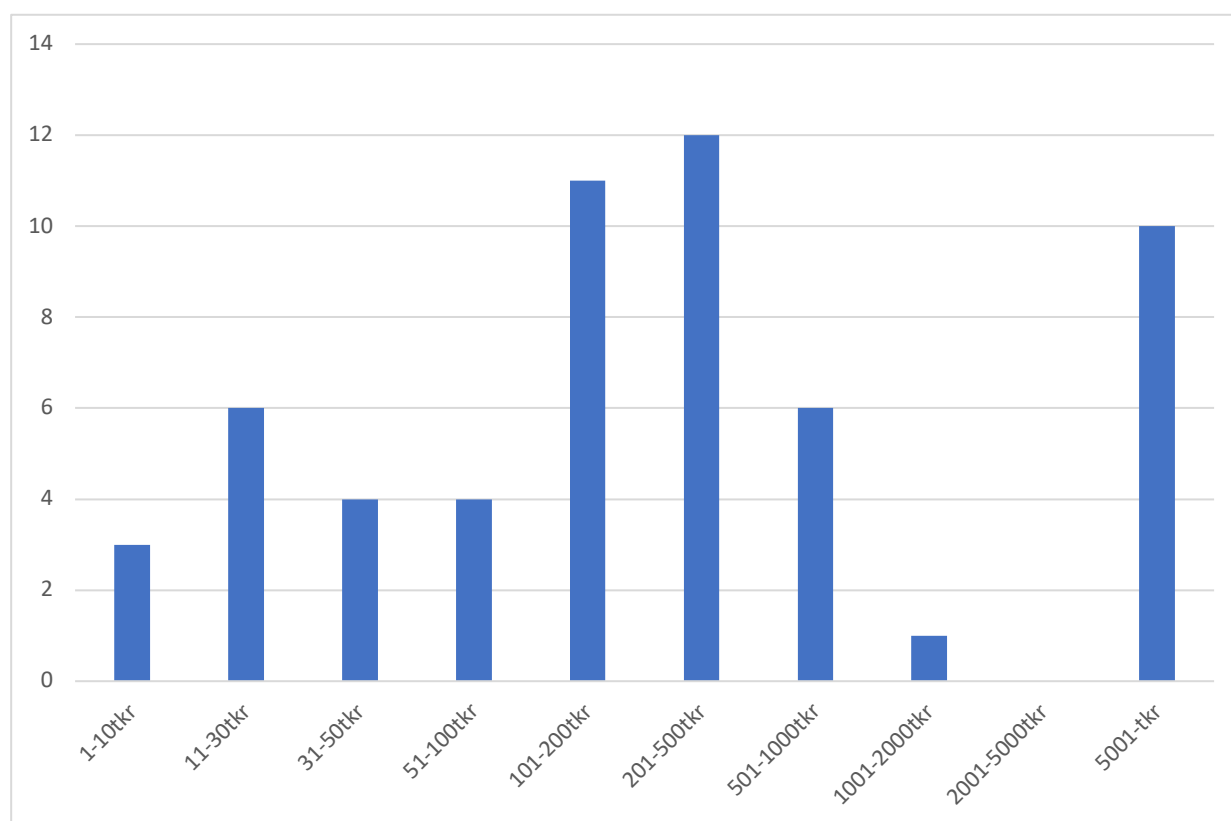
Störning kommer ifrån	Antal
Inga störningar	9
Beställaren	10
Projektering	13
Huvudentreprenören	50
Tid och tidsplanering	29
Organisation och ledning	9
Produktionsteknik	6
Prefab	6
UE	3
El-entreprenör	8
Vädret	8
Annat	9

Svar	110
Inga svar	84
Summa	194

Störningskällorna redovisas närmre i bilaga 2.

I diagram 12 nedan är sammanställt kostnadsfördelningen av de registrerade största störningen. Som det ses är några ganska kostsamma. Det skal dock understrykas att respondenterna ger ett estimat, ofta i runda siffror.

**Diagram 7 - Kostnader för de enskilt största störningarna i samtliga EL-projekt. N=57**



**Tabell 16 - Fördelning Störningskostnad i % av byggkostnad för antal EL-projekt. N=70**

Störningskostnad (% av byggkostnad)	Antal projekt
0,0-0,19	22
0,2-0,49	3
0,5-0,99	6
1,0-1,99	7
2,0-2,99	7
3,0-4,99	8
5,0-9,99	7

10,0-	10
Summa	70

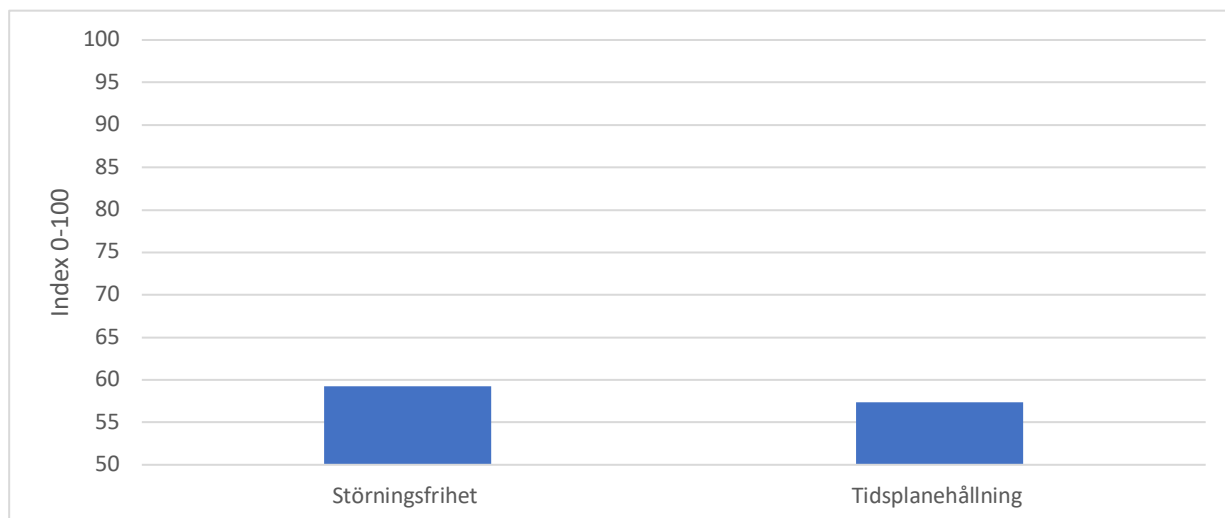
Tabell 17 ger exempel på de mest kostsamma störningar. Som det ses är även de mest kostsamma störningarna spridda på många typer.

**Tabell 17 - Mest kostsamma störningar i % utifrån byggkostnaden för samtliga EL-projekt. N=70**

Störning i % av byggkostnad	Den enskilt största störningen
28%	Försenat enligt tidsplan
17%	Utfördes på en ö
15%	Dålig platsledning hos B
15%	Fel höjd på taket, fick höjas 2 meter. Störde montageordning. Sönderfrusna värmerör som också störde montaget. Projektet blev kraftigt försenat.
10%	Dåliga handlingar ej genomarbetat
9%	Saknade personal från Bs sida.
7%	Ojämn byggtakt, montage-rallargång som jobbade dygnet runt kort perioder.
7%	Byggaren köper in hela byggbiten från underentreprenörer har ingen egen personal inhyrd personal talar inte svenska och knapp heller ingen engelska.
6%	Tilläggsbeställningar
6%	Planeringsmissar
6%	Tunga ytterväggar, doserna satts snett
5%	Många projektledare som blev utbytta under byggets gång.
5%	Ont om tid
4%	Förseningar i byggprocessen.
4%	Dåligt samarbete mellan yrkesgrupper

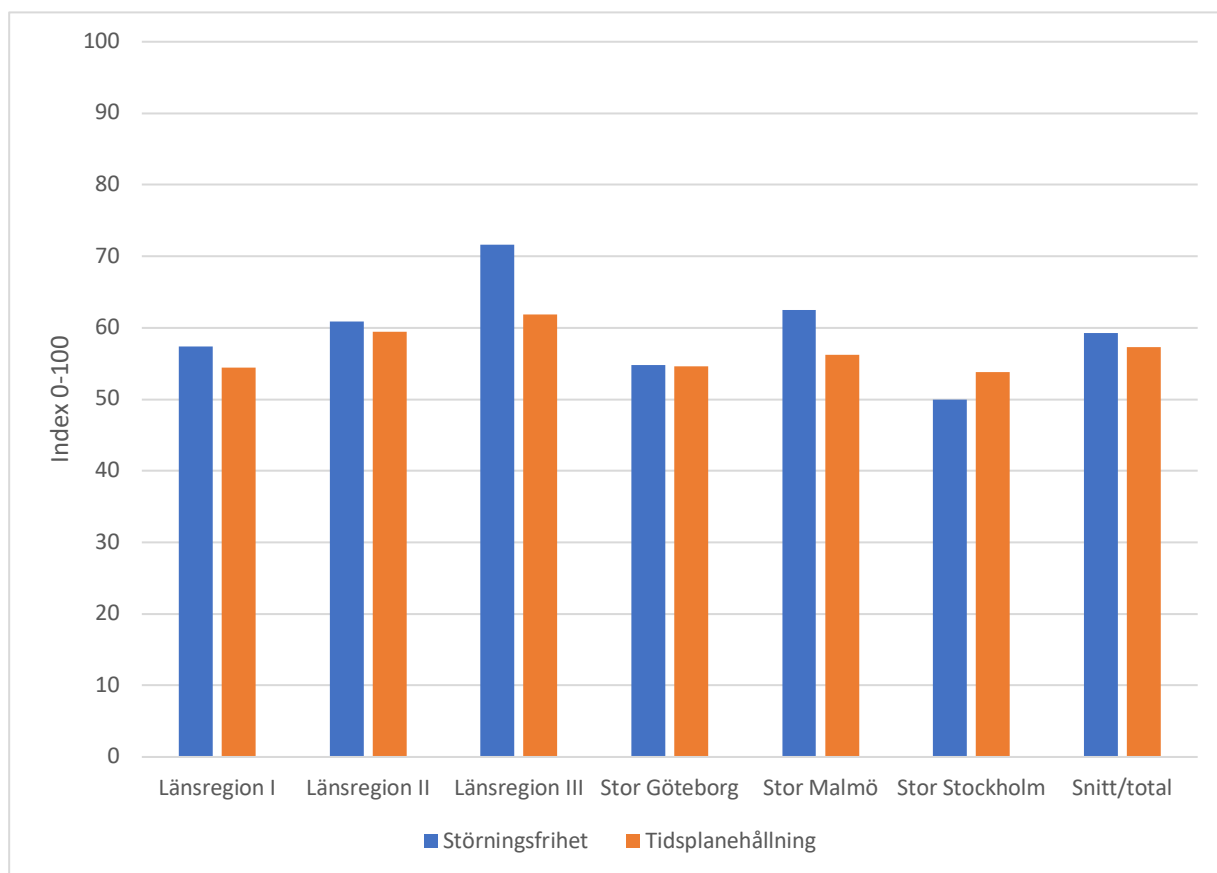
Störningsfrihetsindex och tidsplanhållning är två andra centrala delar av processiviteten. De ses båda i diagram 13. Störningsfrihetsindexet har mätts för EL-projekt till i genomsnitt 59% (mellan 50% och 71 %), vilket är relativt lågt. Tidplanhållning är i genomsnitt på 57% och svänger mellan 53% och 61%, vilket också är relativt lågt.

**Diagram 8 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga EL-projekt. N=195**



I diagram 14 ses de regionala skillnaden. Det är som förväntat storstäderna Stockholm och Göteborg som presterar sämst, medan det i södra Sverige presteras bäst (länsregion III). Storstäderna innebär sannolikt mer strul med att få fram material, materiell och personal för alla aktiva på en nybyggnadsplats, vilken i sin tur kan ha väldigt ont om plats. Detta behandlas senare i rapporten.

**Diagram 9 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga EL-projekt. N=195**



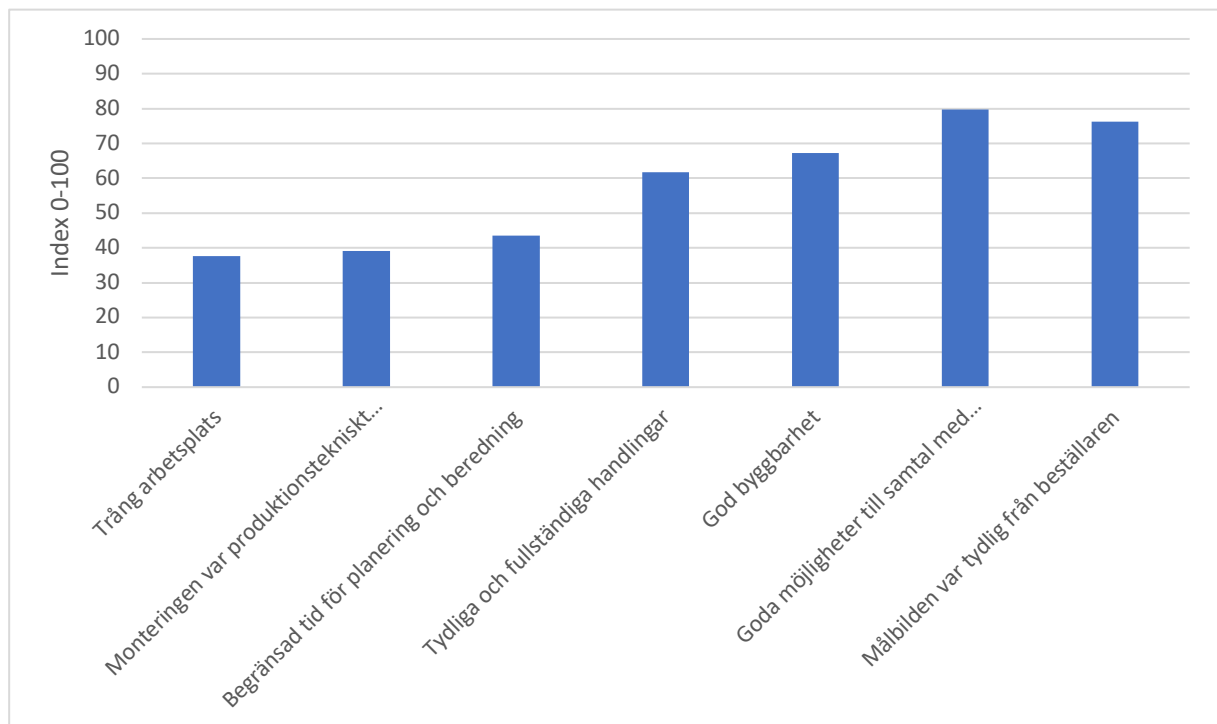


EL-projektledaren tillfrågades om hur väl deras projekt stämde överens med en rad påståenden om produktionsförutsättningarna. Det rörde sig om:

- Trång arbetsplats (svårt med transporter och lagerutrymmen)
- Monteringen var produktionstekniskt utmanande
- Begränsad tid för planering och beredning
- Tydliga och fullständiga handlingar
- God byggbarhet (produktionstekniskt bra lösningar)
- Goda möjligheter till samtal med projektören
- Målbilden var tydlig från beställaren

I diagram 15 är dessa sammanställd. Ett lågt index innebär att påståendet stämmer dåligt överens med arbetsplatsen. Ett högre index betyder att påståendet stämmer bra överens med arbetsplatsen. Begränsad plats och tid samt planering är alltså inte något utpräglat problem enligt EL projektledaren, medan där finns goda möjligheter för samtal med projektörerna och målbilden från beställaren har varit tydliga.

**Diagram 10 - Störningsfaktorer samtliga EL-projekt. N=195**



### 3. PROJEKTORGANISATIONENS PRESTATIONER I EL

I detta kapitel undersöks hur uppfattningen är av att de olika aktörerna i projektorganisation har underlättat projektets processer och bidragit till en hög produktivitet. Aktörerna går genom i följande ordning: Beställarna, projektörerna, huvudentreprenörerna, EL-entreprenörerna själva för att slutningen i kapitlet också se på leverantörerna till EL-entreprenören.

**Tabell 18 - Beställarens prestationer EL projektleder enligt index 0–100. N=190**

Typ av entreprenör	Målbilden var tydlig från beställaren (Index 0–100)	Antal
EL	76	190

Index 76 på att beställaren målbild är tydlig indikerar på att 3 av 4 EL-entreprenörer vet om vad deras beställare vill ha, alternativt att EL-entreprenörerna känner till  $\frac{3}{4}$  av beställarens målbild.

**Tabell 19 - Beställarens förmåga utifrån region enligt index 0–100. N=190**

Region	Målbilden var tydlig från beställaren. (Index 0–100)	Antal
Länsregion I	79	17
Länsregion II	77	74
Länsregion III	76	23
Stor-Göteborg	68	27
Stor-Malmö	70	15
Stor-Stockholm	71	34
Totalt	76	190

Utifrån de samlade intrycken per region framgår att beställare i Stockholm har svårare att förmedla målbilden till sina EL-entreprenörer än i de övriga regionerna. Även tidförseningar är ett markant problem i Storstockholm (se diagram 11)

**Tabell 20 - Byggbarhet och möjlighet till samtal med projektören per region. N=195**

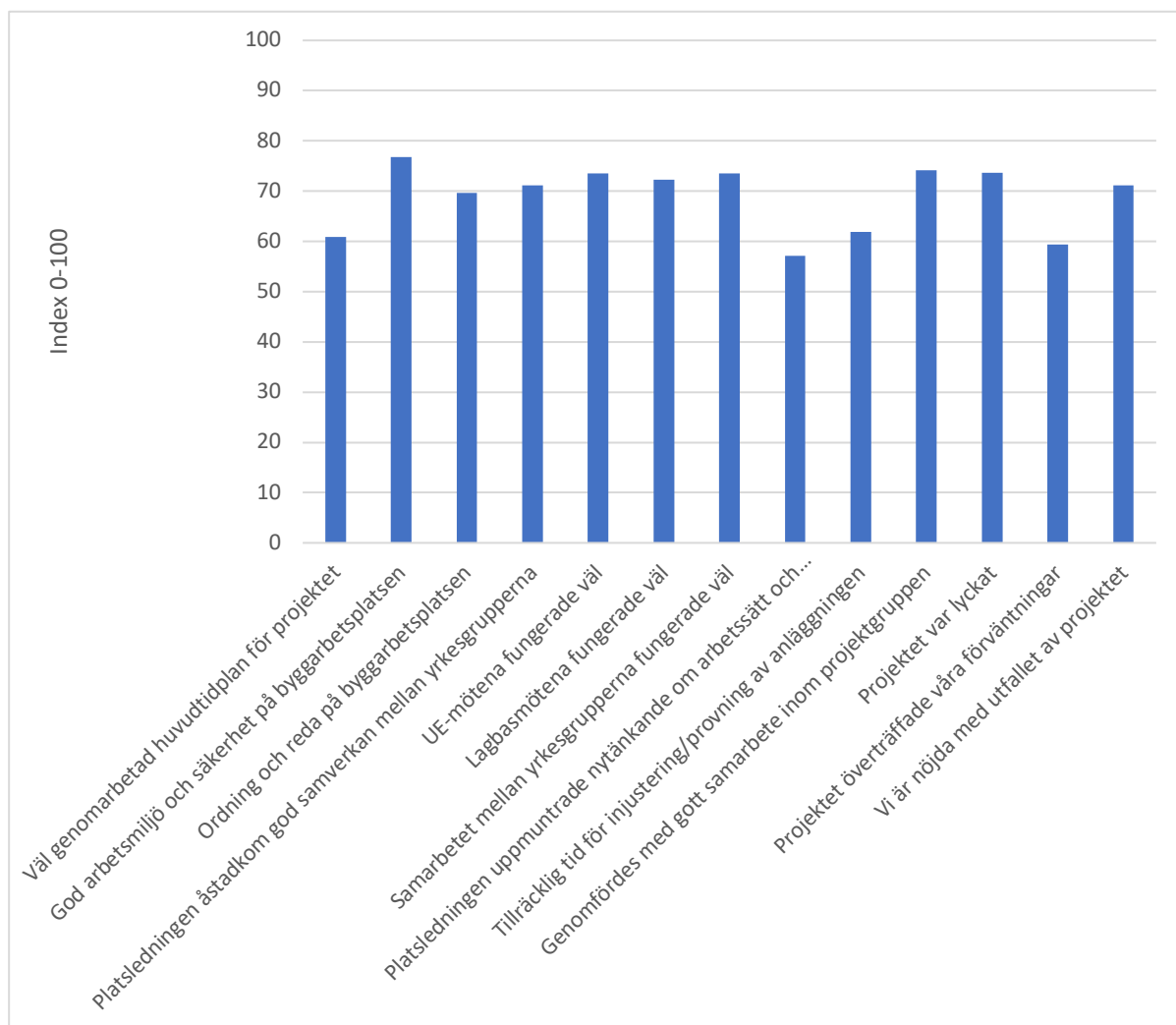
Region	God byggbarhet (produktionstekniskt lösningar)	Goda möjligheter till samtal med projektören	Antal projekt
Länsregion I	63	75	17
Länsregion II	68	81	78
Länsregion III	70	84	23
Stor-Göteborg	69	83	27
Stor-Malmö	63	81	16

**Tabell 21 - Konsulternas prestationer enligt index 0–100. N=193**

Typ av entreprenör	God byggbarhet (produktionstekniskt lösningar)	Goda möjligheter till bra samtal med projektören	Antal projekt
EL	67	79	193

I diagram 16 ses EL uppdragsprojektledarens värdering av huvudentreprenören i en rad dimensioner. Bäst värderat är God arbetsmiljö och säkerhet på arbetsplatsen. Överlag är utvärderingen bra, utan att för den delen vara utmärkt (jämför med liknande mätning i Koch & Lundholm 2018 mfl). De lägre betygen finns på nytänkande, huvudtidplan, projektets framgång och tiden till slutprovning. Dessa är ganska exakt de samma som i VVS undersökningen 2018 (Koch & Bryckner 2018). VVS- och EL-entreprenörer är direkt beroende av huvudentreprenören för att kunna utföra sitt eget arbete. Huvudtidplanens kvalitet påverkar direkt EL-arbetet (se också tabell 22). Injustering av anläggningen kommer sent i byggprojekt och blir lätt påverkad av förseningar av huvudprojektet.

**Diagram 11 - Huvudentreprenörens prestation enligt index 0–100. N=195**



Tabell 21 nedan visar huvudentreprenörens förmåga i respektive geografiska indelning. Sammanfattat är skillnaden ganska stora mellan regionerna. Stor-Stockholm får markant lägst betyg och beställarna i Region III (syd) markant högst. Skillnaden är 24% enheter. I länsregion III finns flera utmärkta bedömningar som arbetsmiljö (85) och samverkan i olika versioner (81, 81 och 81). Det framgår också att innovationsfrågan inte bra hanterad någonstans i Sverige. Utvärderingen på påståendet: ”platsledningen uppmuntrade nytänkande om arbetssätt och produktionsmetoder” är också låg överallt. Se även tabell 23 och diagram 17 och 18.

**Tabell 22 - Huvudentreprenörens förmåga per region för samtliga EL projekt enligt index 0–100. N=195**

Region	Läns-region I	Läns-region II	Läns-region III	Stor-Göteborg	Stor-Malmö	Stor-Stockholm
Väl genomarbetad huvudtidplan för projektet	66	61	69	69	56	48
God arbetsmiljö och säkerhet på byggarbets-platsen	78	77	85	79	77	68
Ordning och reda på byggarbets-platsen	69	71	80	72	67	59
Platsledningen åstadkom god samverkan mellan yrkesgrupperna	79	71	81	79	70	55
UE-möten fungerade väl	73	75	77	73	71	69
Lagbasmötena fungerade väl	73	71	74	81	69	69
Samarbetet mellan yrkesgrupperna fungerade väl	76	75	81	74	77	63
Platsledningen uppmuntrade nytänkande om arbetssätt och produktionsmetoder	56	60	60	59	53	48
Tillräcklig tid för injustering/provning av anläggningen	56	61	65	65	56	65
Genomfördes med gott samarbete inom projektgruppen	79	76	81	76	75	62
Antal	17	77	24	27	16	34

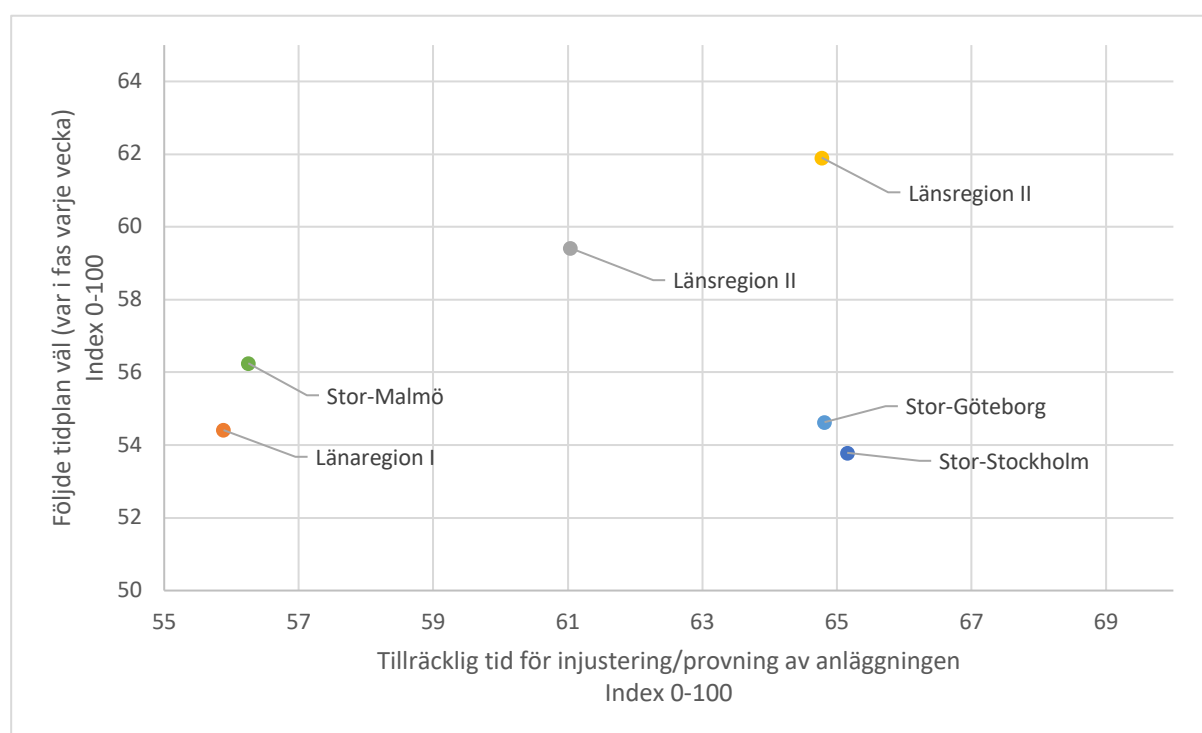
Tabell 22 nedan visar ett mått för leveranssäkerheten i dimensionerna ”följda tidplan väl” och ”tid för provning”. Det antogs att tid för provning ger ett bättre slutresultat.

**Tabell 23 - Huvudentreprenörernas leveranssäkerhet för samtliga EL-projekt enligt index 0–100. N=195**

Region	Tillräcklig tid för injustering/provning av anläggningen	Följde tidplan väl (var i fas varje vecka)	Antal
Länsregion I	56	54	17
Länsregion II	61	59	78
Länsregion III	65	62	23
Stor-Göteborg	65	55	27
Stor-Malmö	56	56	16
Stor-Stockholm	65	54	34
Totalt genomsnitt	62	57	
Antal projekt			195

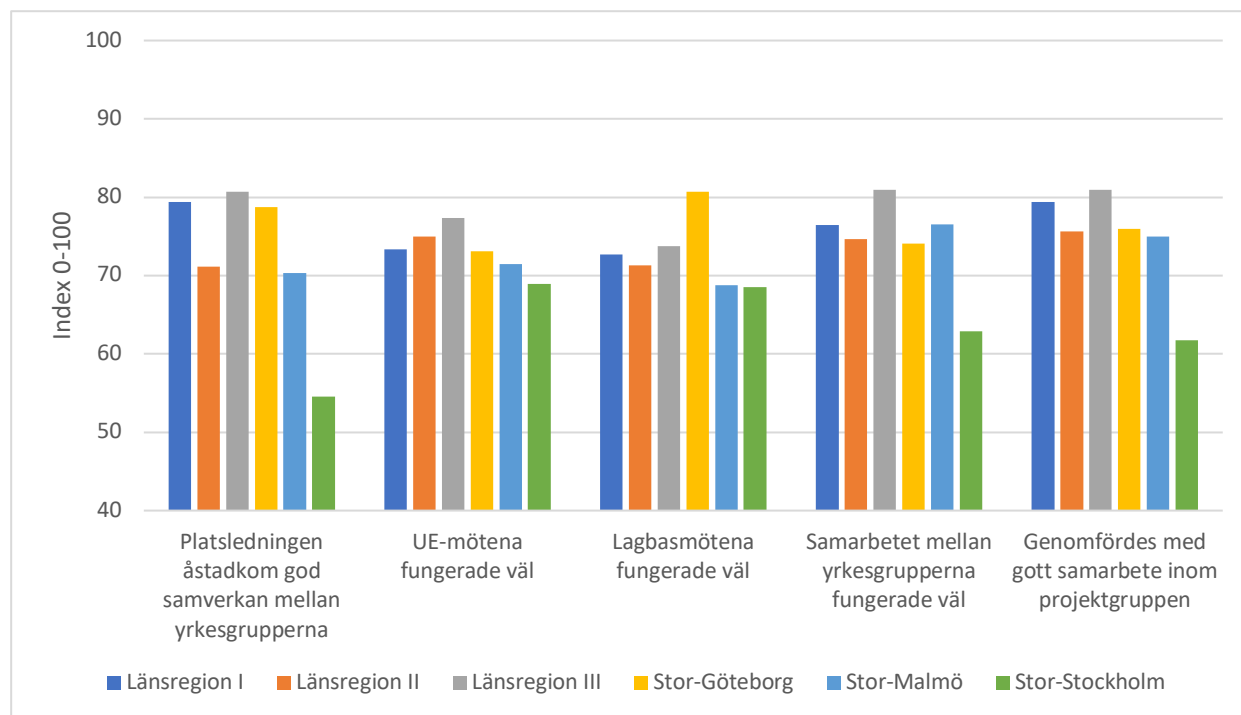
Spridningen mellan regionen är drygt 20%, men på samma nivå som motsvarande mätning av VVS-uppdragens huvudentreprenörer (Koch et al 2019) Diagram 17 illustrerar denna mätning:

**Diagram 12 - Huvudentreprenörens leveranssäkerhet per region för samtliga EL-projekt enligt index 0–100. N=195**



Inga av dessa regionala index är på särskilt hög nivå. För att vara tillfredsställande måste index vara över 65-70. Med bakgrund av det är bara södra Sverige (länsregion III) som är på acceptabel nivå.

**Diagram 13 - Huvudentreprenörens prestation för samtlig EL-uppdrag enligt index 0-100. N=195**



### EL entreprenörens egenprestation

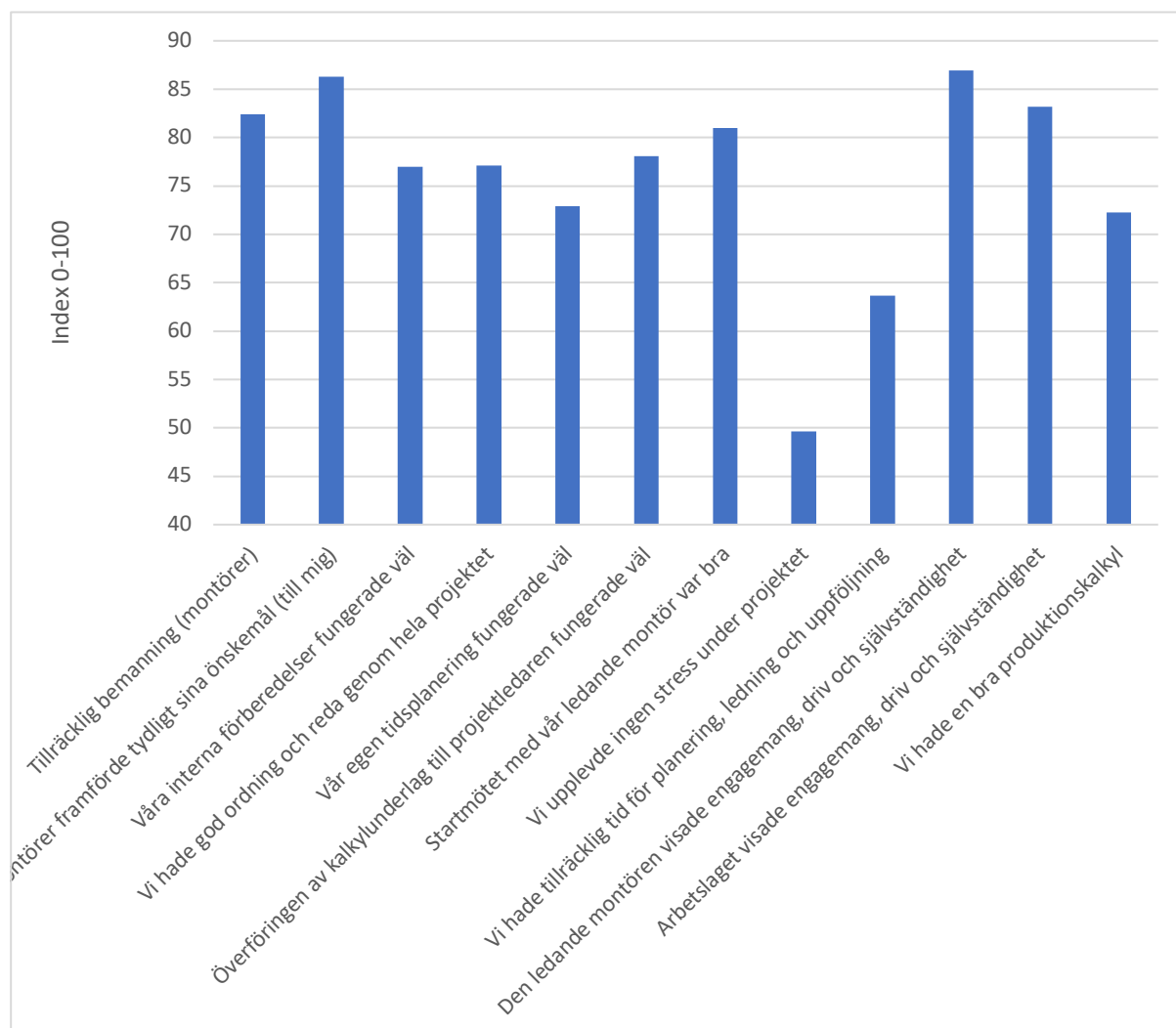
EL-uppdragsledaren ombads att värdera det egna företags prestationer. Överlag ger EL-uppdragsledaren det egna företaget bra betyg men upplever stress under arbetet och att det inte finns tillräckligt med tid för planering.

**Tabell 24 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag enligt index 0-100. N=194**

Uppgift (stöd)	EL
Tillräcklig bemanning (montörer)	82
Våra montörer framförde tydligt sina önskemål (till mig)	86
Våra interna förberedelser fungerade väl	77
Vi hade god ordning och reda genom hela projektet	77
Vår egen tidsplanering fungerade väl	73
Överföringen av kalkylunderlag till projektledaren fungerade väl	78
Startmötet med vår ledande montör var bra	81
Vi upplevde ingen stress under projektet	50
Vi hade tillräcklig tid för planering, ledning och uppföljning	64
Den ledande montören visade engagemang, driv och självständighet	87
Arbetslaget visade engagemang, driv och självständighet	83
Vi hade en bra produktionskalkyl	72
Antal	195

Diagram 19 illustrerar självvärderingen och de höga betyg EL-uppdragsledarna ger.

**Diagram 14 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för samtliga EL-projekt enligt index 0-100. N=195**

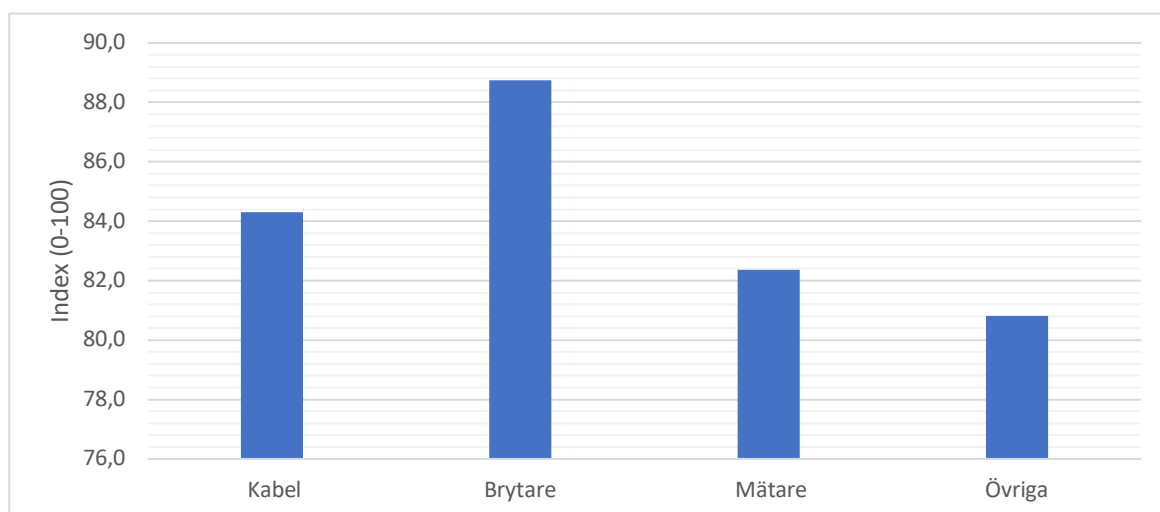


EL-uppdragsledaren tillfrågades om värdering av leveranssäkerheten för leverantörer från låg till mycket hög

I Diagram 20 visas värdering av leveranssäkerhet av centrala EL-komponent som kabel, brytare, mätare, el-centraler, nödljusaggregat m.m.

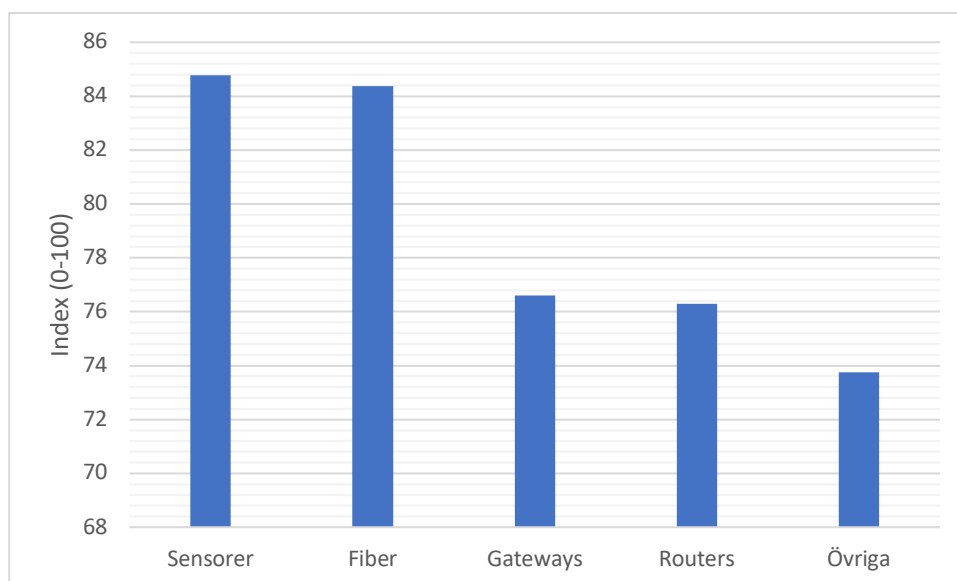
Leveranssäkerheten värderas inte särskild högt, den borde vara över 90%. Här skattas leveranssäkerhet till mellan 81% och 89 % Sen kan leveransvillkoren variera beroende på avtal mellan företaget och materialleverantören.

**Diagram 15 - Leveranssäkerhet EL-materialleverantörer index 0–100. N=191**



I Diagram 21 visas därefter leveranssäkerhet på nya produkter och tjänster inom EL-installation, mer specifikt installation av system och komponent inom sakernas internet (IoT). Det rör sig om sensorer, fiberkabel, gateways, routrar (routers) och övriga. Övriga komponenter är här: fastighetsabonnemang, centraler, router, armaturer och switchar.

**Diagram 16 - Leveranssäkerhet för sakernas internet materialleverantörer index 0–100. N=171**



Även här värderas leveranssäkerheten inte särskilt hög, och är lägre än de mer klassiska komponenterna i diagram 20. Här ses leveranssäkerhet mellan 74% och 84 %. Även här kan leveransvillkoren variera enligt avtal mellan företaget och materialleverantören.

Resultat i Diagram 20 visar indirekt att en betydande del av Entreprenörerna jobbar med dessa nyare teknologier.

*Sammanfattande* är projektorganisationens prestationer väldigt väsentlig för produktivitet. Beställarens prestation, enligt EL-projektledaren, är på en bra



hög nivå avseende tydliga mål (index 76). Värderingen varierar per region, bäst utvärdering får beställare i Region Nord (I) och sämst i Stor-Göteborg. EL projektledarna är markant mer nöjda med konsulternas prestation i region III, när det gäller byggbarhet och möjlighet för samtal. Detta varierar per region. Byggtreprenörens prestation mäts i 13 dimensioner inordnat under: samarbete, leveranssäkerhet, produktions- och produktkvalitet. Entreprenörerna värderas av beställarna som högst presterande inom arbetsmiljö och produktionskvalitet och sämst när det gäller innovation och kvalitet av tidsplan. Detta varierar per region. Samarbete är bäst i Region III (syd) och sämst i Stor-Stockholm. EL-projektledarna har utvärderat sitt eget företags prestationer gällande stöd i det administrativa arbetet, bemanning för att utföra projektet, medbestämmande vid val av UE och företagets prioritering av projektet. Resultatet är en hög nivå av nöjdhet när det gäller den ledande montörs engagemang, montörernas tydliga framförning av önskemål och arbetslagets engagemang.

#### 4. PRODUKTIONSFÖRUTSÄTTNINGAR

Produktiviteten vid byggnation och dess EL-del är beroende av en rad produktionsförutsättningar. Det är en rad omgivningsfaktorer som bland annat transportförhållande, men också produkt- och organisationsrelaterade frågor. I detta avsnitt fokuseras på ett urval av dess förutsättningar: beställaren och produktionstekniska utmaningar.

Beställarna är sammanställda i tabell 24. Den uppvisar en tydlig dominans av uppdrag för privata företag. Och en mindre andel för kommunala och andra offentliga beställare.

**Tabell 25 - Typ av beställare för samtliga EL-projekt. N=195**

Beställartyp	Antal
Bostadsrättsförening	13
Förening	5
Företag	127
Kommunal	15
Kommunalt bostadsbolag	32
Landsting/Region	2
Stat/myndighet	1
Summa	195

Tabell 26 visar skattning för rådande produktionsförutsättningarna per region. De första tre dimensioner; trång arbetsplats, produktionstekniskt utmanande monteringen och begränsad tid ligger relativt lågt och är i huvuddrag inte någon stor utmaningen för EL-projekten. Dock är trång byggplats lite mer en problemställning i Stockholm. De tre sista dimensioner, som borda ligga högt är ljummet i två fall: God byggbarhet och tydlig målbild. Medan möjligheter för dialog med projektör ligger högt, vilket innebär att VVS uppdragsledaren värderar att interaktionen med projektören var tillfredställande.

**Tabell 26 - Samtliga EL-projekt som varit produktionstekniskt utmanande per region enligt index 0–100. N=195**

Dimens ioner	Trång arbetspla ts (svårt med transport er och lagerutry mmen)	Monteringe n var produktions tekniskt utmanande	Begrä nsad tid för planer ing och bered ning	Tydlig a och fullstä ndiga handli ngar	God byggbarhet (produktions tekniskt bra lösningar)	Goda möjlig heter till samtal med projekt ören	Målbil den var tydlig från beställ aren
Länsre gion I	35	40	58	68	63	75	79
Länsre gion II	36	38	40	64	68	81	77
Länsre gion III	34	35	35	53	70	84	76
Stor- Göteborg	37	37	38	67	69	83	77
Stor- Malmö	33	27	45	56	63	81	80
Stor- Stockh olm	48	52	53	57	66	72	71

## 5. DETALJANALYS

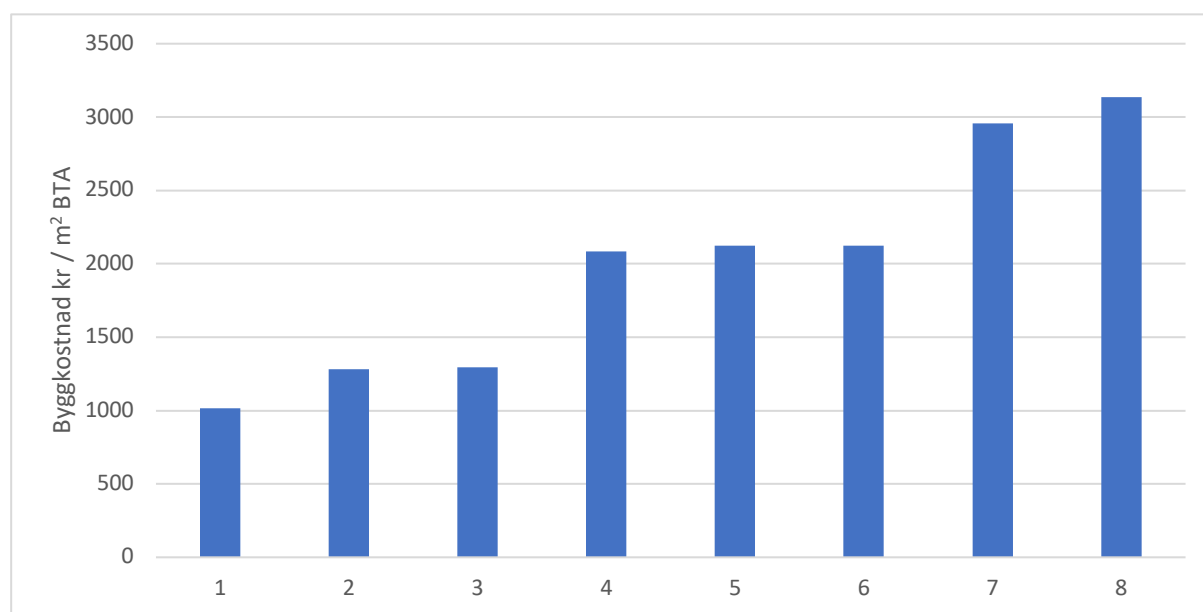
Nedan analyseras först tre produktgrupper och därefter EL-företagens aktivitet inom sakernas internet.

### 5.1. PRODUKTGRUPPANALYS

När kostnadsvariation i diagram 1 och 2 betraktas kan man bli nyfiken om variationen kanske beror på att undersökningen spänner över många olika byggda produkter (institutioner, kontorslokaler etc) och att det därför inte framkommer något tydligt mönster i kostnadsbilden för EL-installationen. Nedan har tre olika produktgrupper skärskådats; skol, flerbostadshus och kontor.

I diagram 22 ses urval av kostnad för EL-projekt hos 7 olika skolor. Som det ses är kostnadsvariationen även här stor. Underlaget är dock begränsat.

**Diagram 17 - Elprojektkostnad för Skola / Förskola för EL-projekt. N=8**



Om man sen ser närmare på vilka skolor det rör sig om finns en skola som är en idrottsskola och en skola med en idrottshall som sticker ut, de övriga sex är sammanställd i tabellen:

**Tabell Skola EL projekt**

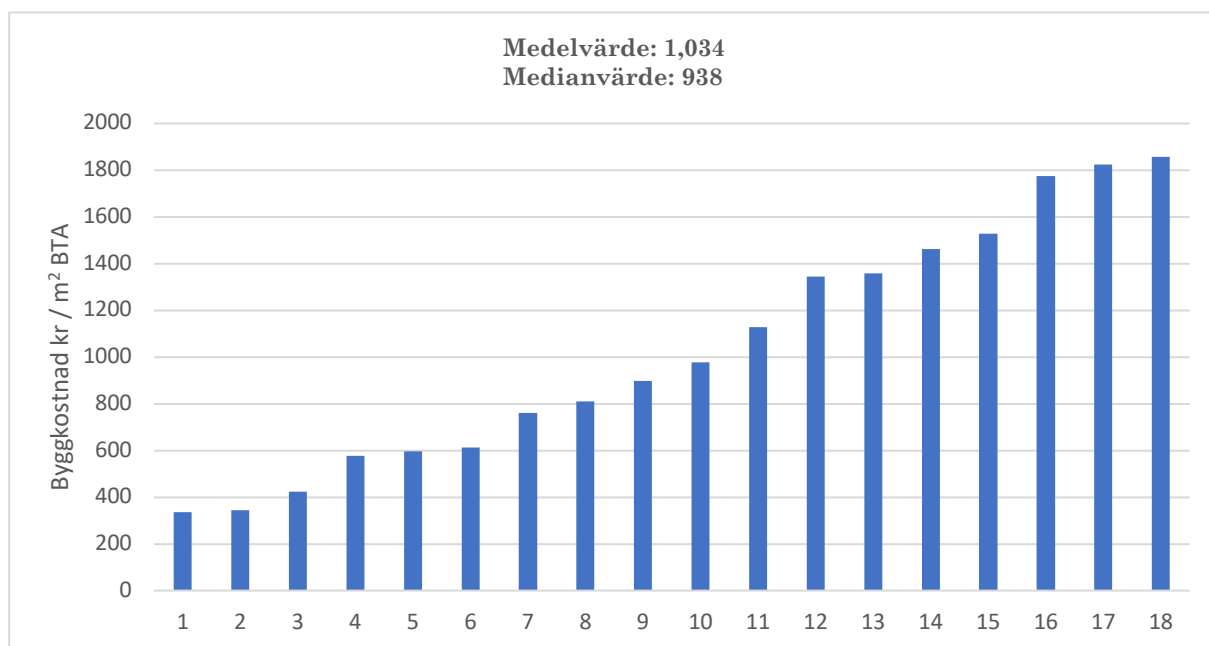
Skoltyp	Elever	BTA	Kostnad /kvm
F-6 skola	330	3325	1283
7-9 skola	150	2700	1296
F-6 skola	350	6000	2083
F-9 skola	670	6500	2123
F-6 skola	450	5100	3137
Medelvärde	325	3938	1654

Dessa sex kan anses att vara snarlika produkt. Men som det ses, varierar kostnaden mycket även här, 145 % från 1283 kr/kvm till 3137 kr/kvm. Det kan också konstaterats

att det dessutom inte är varken idrottsskolan eller den "arkitektikon"-skolan, med korridorlösa rum och andra ambitiösa element, som är dyrast med avseende på kostnaden för EL-uppdraget.

I diagram 20 ses på samma sätt kostnad for EL projekt inom flerbostadshus för 18 projekt. Också här finns en stor variation 454%.

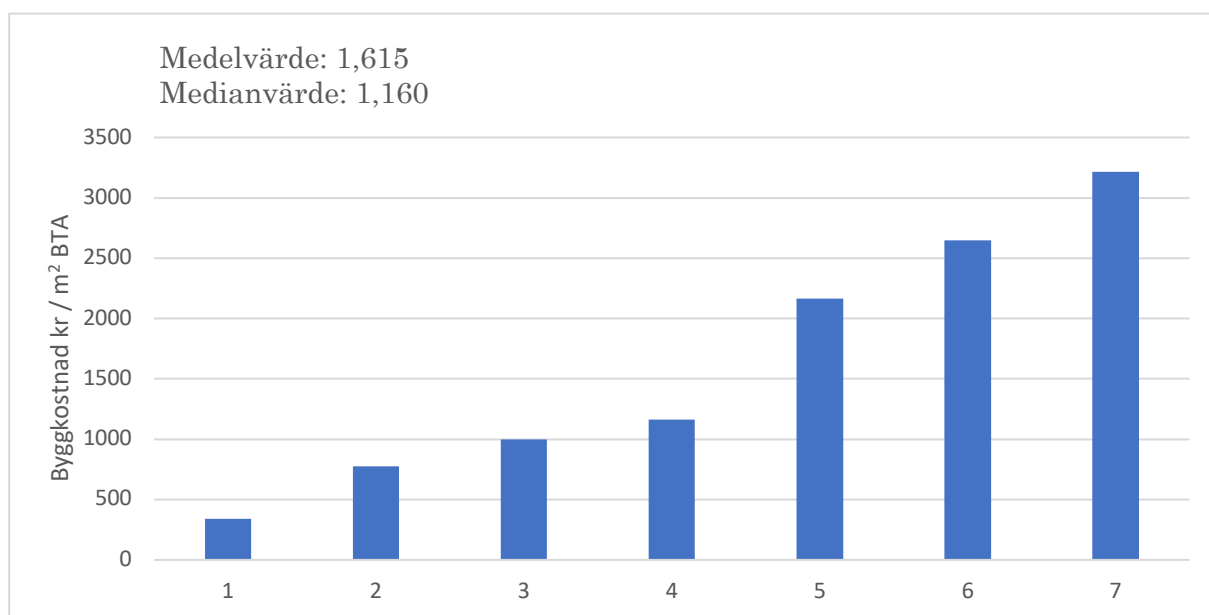
**Diagram 18 - Kostnad för Flerbostadshus för EL-projekt. N=18**



I diagram 24 är det kostnad för EL-projekt i kontorsbyggnation med likartad variation.

Vid jämförelse av medelvärden ses att kontorsbyggnader och skolbyggnader är på samma kostnadsnivå men att flerbostadshus däremot ligger genomsnittligt markant lägre i kostnad (drygt 35% lägre). Men det ska då också tilläggas att kostnadsnivåerna varierar kraftigt inom respektive produktgrupp.

**Diagram 19 - Kostnad för Kontorsbyggnader för EL-projekt. N=7**



## 5.2. SAKERNAS INTERNET

Via undersökningen av materialleverantörer ovan framkom att det finns en stor grupp av EL-företag som jobbar med sakernas internet.

Det kan rimligtvis förutsättas att företag/projekt har köpt in material för att installera i de konkreta projekten, inte för att experimentera. Om köp av komponenter används som teknologiindikator, kan ett företag/projekt inköp av alla fem element tolkas som tecken på hög teknologinivå.

Sakernas internet komponenter är definierade till: Sensorer, fiberkablar, gateways, routrar och övriga, som omfattar till exempel armaturer och elcentraler.

171 projekt anger att de har köpt en eller flera av sakernas internet komponenter.

Om man sen tittar närmare på de byggprojekt som innehåller ett stort innehåll av sakernas internet, finns 41st (24%) byggprojekt som använder alla fyra nämnda byggkomponent (score 4) och/eller lägger även till under "övriga" (score 5). 17 av dessa projekt omhändertogs av storföretag, övriga 24 av små entreprenadföretag. Byggprojekten är av varierad byggtyp: skolor, kontor, bostäder. Ett exempel är en skola som kommunen önskar systematiskt utrustad med IoT för underhåll och drift.

**Tabell 27 - Techindikator n=171**

Score	Antal project
5 (hög)	13
4	28
3	22
2	60
1 (låg)	47

Tabell 27 visar å ena sidan att där finns projekt och företag som arbetar mycket med sakernas internet, men också att många gör relativt begränsade installationer på området.

Sammanfattande har detaljanalys av EL-projektkostnader inom skolor, flerbostadshus och kontor visat att även inom samma projektgrupp hittas stor kostnadsvariation. Vid skärskådning av dessa grupper måste uppmärksammas att urvalet blir ganska litet och mätningen därför mindre generell. Detta är indirekt en indikation på branschens karaktäristik: att det inte finns fler av varje produktgrupp inom en given produktionsperiod. Det i sin tur försvagar konkurrensen i branschen tillsammans med den regionala marknadsskapning som också är tydlig i denna undersökning. T.ex. hade det varit väldigt svårt för ett företag som skulle vilja specialisera sig på att effektivt bygga förskolor att få tillräckligt underlag för lönsamhet och kontinuitet i sin verksamhet.

Sakernas internet är ett relativt nytt fält för EL-företagen. 171 företag har angivit att de jobbar med en eller flera delar av sakernas internet varav 41 projekt har en hög andel av sakernas internet installation.

## 6. HUR KAN MAN FÖRBÄTTRA PRODUKTIVITETEN?

Ovan har det faktiska läget för produktivitet i EL-uppdrag för 2018 analyserats. I detta avsnitt ställer vi nu frågan: Hur kan produktiviteten förbättras? För att svara på denna fråga har vi valt att ta utgångspunkt i de lärdomar analysen ovan har lagt fram men också utifrån vad som branschen själva säger skulle kunna förbättra produktiviteten. De områden som behandlas är:

- Kontraktformer och samverkan
- Användning av building information modelling (BIM)
- Användning av lean construction
- Lärdommar utifrån störningar

Nedan genomgås dessa, avsnitt för avsnitt med kontraktformer först:

### 6.1. KONTRAKTSFORMER OCH SAMVERKAN

Kontraktformen och tillhörande samverkan lyfts ofta fram både av praktiker och av forskningen som en faktor för produktivitet. Förhoppningen är att kontraktens innehåll och typ motiverar till att koordinera och samarbete på ett produktivt sätt. Det är därför intressant att undersöka hur olika kontraktformer presterar med avseende på produktivitet. Utifrån EL-installatörernas synpunkt rör det sig i hög grad om samverkan med huvudentreprenören som ofta har ledningsuppgiften given från beställaren. Tabell 27 sammanställer de kontraktformer som de undersökta projekten använde. 193 utav 195 EL uppdragsledare svarade. Det är tydligt att totalentreprenaden är överrepresenterad.

**Tabell 28 - Tillämpade kontraktformer EL projekt N=193**

Kontraktform	Antal	Partnering?
Construction Management	1	0
Delad entreprenad	12	2
Delad totalentreprenad	2	0
Generalentreprenad	8	0
Partnering	21	14
Samverkansentreprenad	5	2
Styrd totalentreprenad	1	0
Totalentreprenad	115	12
Utförandeentreprenad	2	1
Utförs i egen regi	25	1
Entreprenadform ej fastställd	1	0
Total	193	32

Nedan ses i tabell 28 hur dessa projekt presterar i fyra samverkansdimensioner, utifrån en genomsnittsbetraktning.

**Tabell 29 - Byggentreprenörernas prestationer för EL-projekt. N=195**

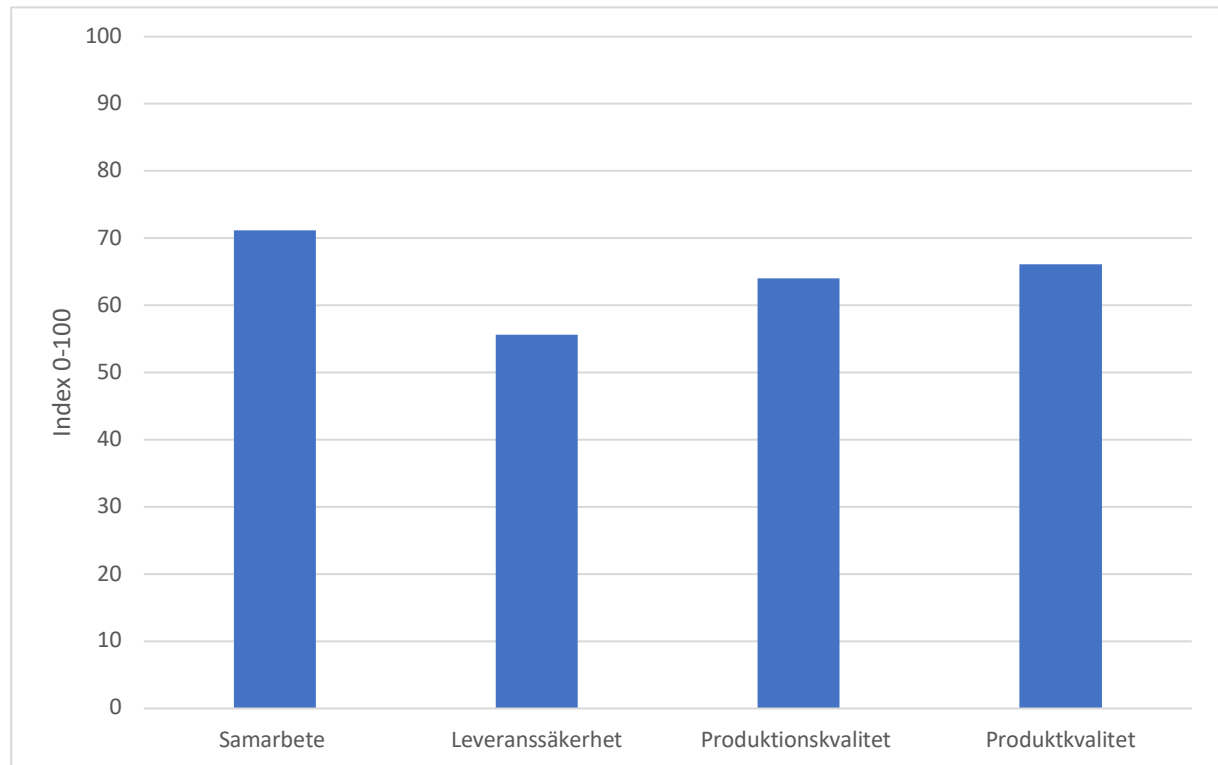
Dimension	Index %
Samarbete	71
Leveranssäkerhet	56



Produktionskvalitet	64
Produktkvalitet	66

Diagram 25 illustrerar tabell 29 profil av samverkan. Dessa index är inte särskild höga.

### Diagram 20 - Huvudentreprenörens prestation i projekt genomsnittligt N=194



Vid jämförelse av dessa EL-projekt med huvudentreprenörens och beställarens betygsättning av genomsnittliga byggprojekt (Koch et al 2019, Koch & Lundholm 2018) ses att EL-projektledaren värderar generellt lägre i alla fyra dimensioner båda när det gäller data från byggprojekt 2014, 2018 och partnering 2014. Detta kan tolkas som att EL-uppdragsledaren uppfattar att samarbetet med huvudentreprenören är utmanande när det gäller det genomsnittliga projektet som typisk använder sig av totalentreprenad.

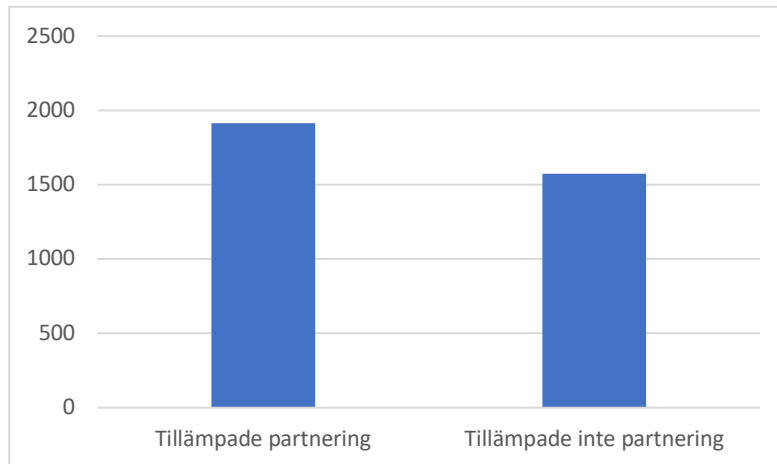
### Tabell 30 Samverkan enligt EL uppdragsledaren.

Dimension	Index 2018	% EL	Bygg övriga 2018	Bygg övriga 2014	Bygg partnering 2014
Samarbete	71		81	82	94
Leverans-säkerhet	56		73	74	77
Produktions-kvalitet	64		79	84	87
Produktkvalitet	66		64	80	84

I diagram 26 har kvadratmeterkostnaden för den urvalsgrupp som svarat att de arbetar i partnering redovisats, jämfört med kvadratmeterkostnaden för övriga. Där ses en tydlig kostnadsökning för de projekt som tillämpar partnering.

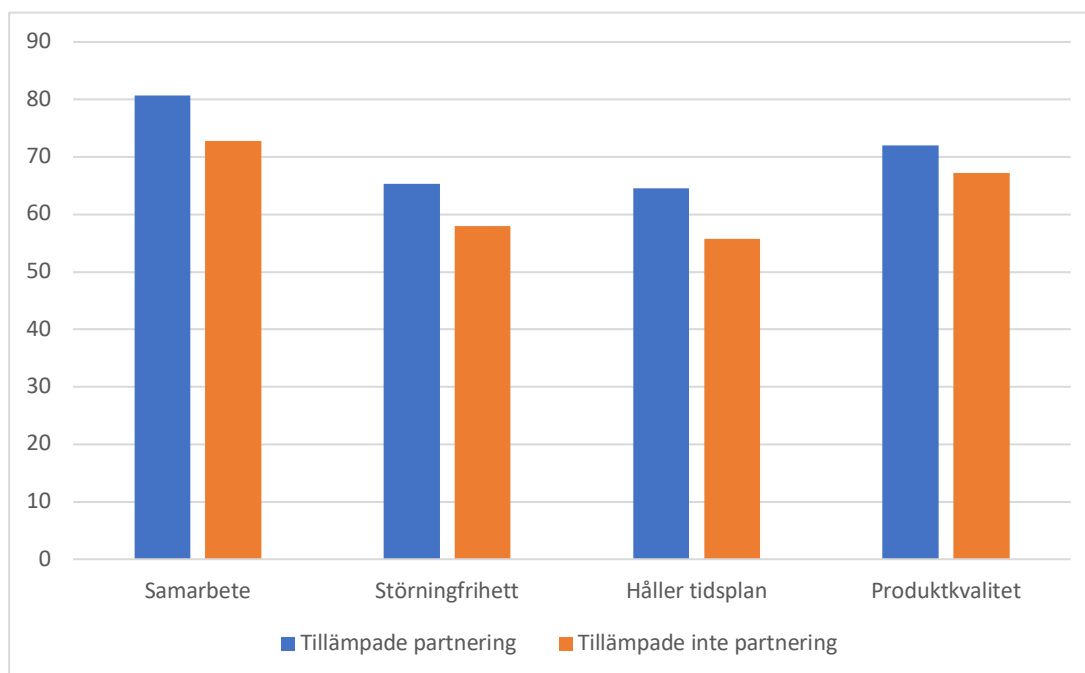
### Diagram 26 Kostnad för EL projekt med och utan partnering

N=13 tillämpade partnering, N=35 tillämpade inte partnering



I diagram 27 visas hur projekt som tillämpar partnering presterar i fyra process- och resultatdimensioner. Här ses att projekt som tillämpar partnering presterar högre än de övriga projekten i alla fyra parametrar och parametrarna samarbete och tidplanhållning är dessutom markant högre. Svaren kan tolkas som att med tillämpning av partnering är EL-uppdragslederna markant mer nöjda när det gäller samarbetet med huvudentreprenören, som annars är kritiserat på andra ställen i undersökningen.

### Diagram 27 - Huvudentreprenörens prestation i partneringprojekt N=32



I följande tabeller presenteras mer ingående vilka upphandlingsformer, kontraktsformer och partnering som använts.

**Tabell 31 - Samtliga EL-projekt fördelat på upphandlingsform "totalentreprenad", ersättningsform & partnering. N=132**

Upphandlingsform	Antal	Ersättningsform	Partnering
Totalentreprenad	6	Fast pris	Ja
Totalentreprenad	100	Fast pris	Nej
Totalentreprenad	1	Incitamentsavtal	Ja
Totalentreprenad	5	Löpande räkning	Ja
Totalentreprenad	1	Löpande räkning	Nej
Totalentreprenad	1	Löpande räkning med takpris	Nej
	114		

I tabell 31 ses att totalentreprenad är utbredd, oftast i kombination med fast pris, men att där också finns varianter med andra ersättningsformer.

**Tabell 32 - Samtliga EL-projekt fördelat på upphandlingsform "utförandentreprenad", ersättningsform & partnering. N=39**

Upphandlingsform	Antal	Ersättningsform	Partnering
Utförandentreprenad	1	Budgetpris	Ja
Utförandentreprenad	2	Fast pris	Ja
Utförandentreprenad	31	Fast pris	Nej
Utförandentreprenad	1	Incitamentsavtal	Ja
Utförandentreprenad	1	Löpande räkning	Nej
Utförandentreprenad	2	Löpande räkning	Ja
Utförandentreprenad	1	Löpande räkning med takpris	Nej

EL-uppdraget utförs alltså antingen i totalentreprenad eller som utförandentreprenad enligt EL-projektlederna som är tillfrågad här.

## 6.2. ANVÄNDNING AV BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

BIM är ett arbetssätt och ett verktyg som har dragit på sig mycket uppmärksamhet och resurser den senare tiden och det är en vanlig uppfattning att BIM ökar produktiviteten.

Först tillfrågades EL-uppdragets projektledare om alternativet "BIM" tillämpades. Av 194 respondenter svarade 121 "använder inte" BIM, 25 svarade "vet ej" och följaktligen 48 jakande svar.

Det är alltså 75% av projekten som i 2018 **inte** använder BIM enligt EL- projektledaren.

De som svarade att de tillämpar BIM fick följdfrågan ”Hur väl följande påståenden stämmer ” ”BIM ökade produktiveten”. Svaren presenterad i som tabell 33:

**Tabell 33 - fördelning svar erfarenhet med BIM**

Fördelning erfarenhet	svar	Antal
Inte alls 1		3
2		6
3		16
4		11
Mkt väl 5		6
Summa		42

Detta kan upplevas vara ett relativt ljummet svar, som inte entydigt visar på BIMs värde för produktiviteten i EL-entreprenader.

Tabell 33 nedan visar kostnaden för EL-uppdrag där BIM användes jämfört med uppdrag där BIM inte användes 2018. Resultatet visar att i det lägre prisläge per kvadratmeter är BIM tillämpning inte ett effektivt alternativ, eftersom kostnaden här är högre vid BIM användning än utan.

**Tabell 34 - percentiler BIM användare jämförd med inte BIM använder**

Percentil	Byggekostnad (kr/m <sup>2</sup> BTA) använder BIM N=16	Byggekostnad (kr/m <sup>2</sup> BTA) inte använder BIM N=28
10-percentil	669	370
25-percentil	1124	647
50-percentil (medianvärde)	2333	1205
50-percentil (medelvärde)	2126	1350
75-percentil	2816	1869
90-percentil	3159	2451

Alla projekt i undersökningen har tidigare svarat på hur man upplever produktivetsparametrarna: störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan. För att vidare verifiera om det faktiskt är så att BIM bidrar till ökad produktivitet visar tabell 35 nedan vad respektive urvalsgrupp, utifrån hur produktivitet i förhållande till användandet av BIM, upplever projektets störningsfrihet resp förmåga att hålla tidplan.

Resultatet kan tolkas som att ju mer nöjd EL-uppdragsprojektledaren är med BIMs produktivitet, ju bättre verkar tidplanen att hålla (eller tvärtom), medan störningsfriheten ligger lågt i nästan hela spektret. Detta kan tolkas som att störningsfrihet och BIM-användare saknas korrelation och kan grunda sig i att störningar inte bara kommer från projektering, där BIM är mest implementerat, utan också i en rad produktionsförhållanden se bilaga 3.

**Tabell 35 – BIMs inflytande på process parametra N= 42**

BIM ökade produktiviteten	Störningfrihet	Håller tidsplan
1	42	25
2	58	50
3	52	52
4	63	65
5	54	67
Tillämpade inte BIM	59	58

### 6.3. ANVÄNDNING AV LEAN CONSTRUCTION

Ett annat produktivitetshöjande verktyg är lean construction. Om BIM kan antas tillämpas mest under projekteringen är lean construction främst ett verktyg för att optimera produktionsprocessen.

I denna enkät är detta dock en sällan använd möjlighet. Bara 16 EL projektledare har svarat att lean användas i det undersökta projekt 144 svarade att lean inte tillämpades, se tabell 35.

**Tabell 35 - Fördelning svar användning av lean**

Användning av lean	Antal
Tillämpade lean	16
Tillämpades ej	144
Vet ej	31
Inget svar	4
Summa	195

Det är alltså ytterst få som använder lean construction till att förbättra byggprocesserna inom EL-projekt. Tabell 36 visar att även de som använder lean är ganska tveksamma till om produktivitetsökning uppnås. Svaren är jämnt fördelad ifrån ”ingen” effekt av lean till stor effekt och varje kategori innehåller väldigt få projekt, vilket gör resultatet osäkert.

**Tabell 36 - Fördelning svar erfarenhet av lean**

Fördelning erfarenhet	svar	Antal
Inte alls 1		1
2		3
3		8
4		3
Mkt väl 5		1
Summa		16

## 6.4. ANDRA LÄRDOMAR

I denna undersökning, har lärdomar samlats in från projekten. Dessa är samlad i bilaga 3. Hälften av EL-uppdragsdelarna anger att det finns delar av projektet som de skulle ville ha gjort annorlunda. Dessa lärdomar och störningar i bilaga 2 ger en bred bild av utmaningar för EL-uppdragsledare och EL montörer. De stora områdena som omfattas av erfarenheter är: planering, ledning och organisation. Merparten av de givna erfarenheterna handlar dock om att i framtiden undvika utmaningar man har upplevt i projektet och är i mindre grad direkt produktivetsfrämjande.

I samband med BIM och lean frågan tillfrågades EL-uppdragsledaren även om det finns andra tillvägagångssätt som ökar produktiviteten. Svaren är fåtaliga och är sammanställda i tabell 37.

**Tabell 37 - Andra tillvägagångssätt som ökade produktiviteten N=12**

Andra tillvägagångssätt:	Score	Företag
Möten enligt företagskoncept	3	Storföretag
App i telefonen med ritningar, mer information osv. "braapp"	5	Litet företag
Arbete enligt vårt ledningssystem	5	Mellanstort företag
Docs, projektportal	3	-
En egen server där alla kommer åt detaljerad information.	4	-
prioritera där var man behöver resurser bäst för tidsramen	3	Litet företag
Ritade digitalt	4	Mellanstort företag
Ritningar osv i appar i mobilen.	4	Industriell byggare
Rätt man på rätt plats	5	Litet företag
Sollebri.	4	Storföretag
Tacktning	5	Litet företag
Totalackord	4	Litet företag

Det framkommer som indirekt resultat av denna fråga att EL-uppdragsledaren inte pekar på andra av tidens produktivitetshöjande metoder. På frågan om andra produktivitetshöjande åtgärder kan man kanske förvänta svar som "Integrated Projekt Design" (IPD), eller "Virtual Design and Construction" (VDC), "agile" eller "scrum". Tvärt emot detta är svaren direkt praktiska och bygger sannolikt på konkreta erfarenheter på plats.

Sammanfattningsvis visar undersökningen att bättre samverkan är något som EL-projektledarna, genomsnittligt betraktade, identifierat som en större framgångsfaktor än beställaren och huvudentreprenören.. Detta kan tolkas som att EL-projektledare anser att samarbetet med huvudentreprenören är utmanande.

32 av 194 projekt tillämpar partnering. I dessa projekt ses en högre prestation än i de genomsnittliga projekten. Värderingen av samarbete och leveranssäkerhet är också högre i samverkansprojekt. Däremot är värderingen den samma när det gäller produktions- och produktkvalitet. EL-projektledarna är främst kritiska gentemot huvudentreprenören när det gäller hålla tidplan men efterfrågar också närmre samarbete. Även i de projekt där partnering tillämpats är EL-projektledarna alltså entydiga när det gäller samarbetet med

huvudentreprenören. Hälften av EL entreprenörerna svarar i rapporten att de använt BIM i projektet. I de projekt som har använt BIM, visar ingen storleksklass förbättrad produktivitet. Det är fortsatt en mycket begränsad andel EL-entreprenörer som använder Lean construction, runt en tredjedel av EL-projekt. De projekt som uppger att de använder lean construction, visar på högre produktionskostnader i alla prisklasser, även om processparametrar som störningsfrihet och tidsplanhållning förbättras. Detta resultat indikera att det finns stort behov för mer leankompetens i EL-branschen. Sammanställningen av andra tillvägagångssätt och andra lärdomar visar att EL-projektledarna använder många digitala verktyg, andra än BIM och att många best-practis-erfarenheter finns efter 2018 projektens genomförande.

## 7. SLUTSATSER

Denna rapport redovisar en mätning på 195 EL-projekt inom byggnation i Sverige i 2018.

Mätningen är den första av sitt slag och troligtvis den största mätningen av EL-projektproduktivitet i svenskt byggande som någonsin genomförts.

En viktig faktor för att skapa produktivitet är att skapa processer på plats som har bra framdrift, enkel att följa och med få störningar. I denna rapport används begreppet processivitet, som uttrycker effektiviteten av den process som leder till värdeproduktion, för byggprocessens effektivitet. En insats för bättre projektproduktivitet och processivitet är på inget sätt ett hinder för utvecklingen av byggföretag eller utveckling av försörjningskedjan, utan kompletterar bara dessa.

Denna undersökning arbetar utifrån en gemensam modell av produktivitet som har används tidigare och även i systerrapporterna som fokuserar på bygg, anläggning och VVS. Modellen anger produktivitet i kostnad, mätt i kronor per producerad kvadratmeter som värde för beställaren. Därefter diskuteras processiviteten, det vill säga den process som leder till värdeproduktion. Processen i ett EL-uppdrag inom ett byggprojekt kan vara mer eller mindre produktiv och innebär en arbetsinsats och en ledtid samt störningar. Processen bygger i sin tid på ett antal produktionsförutsättningar och på projektorganisationens prestationer. Projektorganisationens prestation mäts i de olika aktörernas uppfattning av bland annat samarbete, tidsplanhållning och produktkvalitet.

Undersökningen är enkätbaserad med uppföljning per telefon. Runt 500 EL uppdragsledare arbetande i 500 byggprojekt är tillfrågade. 195 projektledare har svarat. Detta motsvarar en svarprocent på drygt 40%

### **Produktivitet per projekt**

Oavsett byggtyp är variationen stor med avseende på kostnad per producerad yta, tid, arbetstid mm. Även inom respektive produkttyp varierar produktivitetsdimensionerna.

Kostnaden för EL-projekt i svenska kr/m<sup>2</sup> BTA varierar från mindre än 400 kr/ m<sup>2</sup> BTA till 3 400 kr/ m<sup>2</sup> BTA. Medelvärdet är 1 559 kr/ m<sup>2</sup> BTA och medianen är 1 296 kr/ m<sup>2</sup> BTA. I undersökningen finns dessutom ett projekt med extremt höga kostnader (5 000 kr/m<sup>2</sup> BTA).

EL-projektens storlek varierar från väldigt små projekt till väldigt stora, 69% av projekten är dock mellan 5 000 och 37 000 kvadratmeter.

Den markant största beställarkategori i denna undersökning är företag (65%). Stat, kommuner och landsting tillsammans är bara 24% av projekten.

Kostnaden för EL-projekt varierar över landet beroende på var bygget sker. EL-projektkostnaden är högst i norra Sverige (länsregion III) och lägst i Stor-Malmö. Skillnaden är cirka 160%, där El-projekt i Stor-Malmö har markant lägre kostnad än övriga Sverige.

### **Processivitet för lokalbygge; störningsfrihet, arbets- och ledtider**

Processivitet mäts i arbetstider, ledtider och störningar. Det är arbetstider för hantverkare, byggplatsledning, och delvis underentreprenörer som har uppmätts.



Montörernas arbetstid varierar mycket. Medelvärde är 1,10 timmar/m<sup>2</sup> BTA, avvikelserna är stora t.ex. redovisar ett enskilt projekt i undersökningen 4 timmar/m<sup>2</sup> BTA. Detta är inklusive underentreprenörernas arbetstid.

Projektledare för EL-projekt använder i genomsnitt 0,1 timmar/m<sup>2</sup> BTA. Fördelningen antalet arbetsledartimmar per montörstimme är 0,12.

Undersökningen har vidare använt en bred definition av störningar, som även omfattar fel, brister och hinder. 9 av de tillfrågade EL-projektledarna har uppgett att de inte haft några störningar alls i projektet, vilket motsvarar endast 8% av antalet svarande. Den stora merparten av de tillfrågade EL-projektledarna har upplevt störningar. De dominerande typerna av störningar härleds till samspelet med huvudentreprenörens tidsplanering (50 största störningar), och rör sig dessutom om produktionstekniska utmaningar. Totalt har 110 största störningar identifierats av 194 EL-projektledare.

Många störningar anges vara kostsamma. 25% av EL projektledarnas störningar anges ha kostat mellan 200 000 och 5 miljoner kronor. Och ytterligare 10% uppskattar kostnaden för den enskilt största störningen till mellan 100 tSEK och 200tSEK.

Det är genomgående fakta att EL-entreprenören känner sig starkt beroende av huvudentreprenörens lednings och planeringssätt. EL-projektledaren är kritiska gentemot hur bra huvudentreprenören planerar och leder, och det tillvägagångssätt av funktionstest och samordnad provning som ligger sent i byggprocessen pressas ofta av förseningar.

Detaljanslys av EL-projektkostnader inom skolor, flerbostadshus och kontor visar att även inom samma projektgrupp hittas stor kostnadsvariation

Många företag och projekt jobbar med sakernas internet (IoT). 171 projekt (av 194 svar) anger att de har installerat en eller flera IoT-komponent. Där finns även ett segment (41 byggprojekt) som är höganvändare av denna utrustning. I 17 av dessa projekt är beställaren ett storföretag, medan övriga 24 är småföretag. Dessa byggprojekt med högt teknikinnehåll är varierade typer av nybyggnad; skolor, kontor och bostäder.

### **Förbättringar av produktiviteten**

Undersökningen jämför olika kontraktsformer som ofta lyfts fram som möjliga gynnare av högre produktivitet. Undersökningen visar att kontraktsformen för El-uppdrag varierar. EL-uppdragsledaren värderar genomsnittligt samarbetet, leveranssäkerheten, produktions- och produktkvaliteten lägre än huvudentreprenören och beställarens värdering av det genomsnittliga byggprojektet (Koch et al 2019). Detta kan tolkas som att EL-uppdragsledaren anser att samarbetet med huvudentreprenören är utmanande.

32 projekt tillämpar partnering. Här ses en lägre prestation med avseende på kostnaden men högre prestation inom samverkansdimensionerna. Vidare värderas produktkvalitet och störningsfrihet högre än andra projekt och samarbete och förmåga att hålla tidplan markant högre. EL-projektledarna är markant mer nöjda med samarbetet med huvudentreprenören när det sker i partneringsammanhang, och klart mindre kritiska gentemot huvudentreprenören när det gäller förmåga att hålla tidplan.

75% av EL projekten i undersökningen använder inte BIM. BIM användning betalar sig inte i EL-entreprenaden i något prisläge per kvadratmeter enligt uppdragsledarna. Medan BIM har positiv inflytande på förmåga att hålla tidplan.

Det är det bara 16 EL-projektledare som angivit att man tillämpat lean-construction. 144 svarade att lean inte tillämpades

På frågan om andra produktivitetshöjande åtgärder handlar svaren snarare om konkreta tillvägagångssätt i vardagen. Samtidig uppvisar kommentarer om störningar och lärdomar att många av projektets utmaningar tycks återkommande som vanliga enkelt igenkännbara utmaningar. EL-undersökningen har inte gjorts förut, men ifrån de övriga undersökningarna kan det ses att utbytet av personal spelar en stor roll.

## **Reflektioner**

Denna undersökningsmetod, att mäta projektproduktivitet, är ett väsentligt komplement till kunskapen om produktiviteten i svensk samhällsbyggnad. Resultat uppvisar stor variation när det gäller kostnad per kvadratmeter och understryker vikten av samverkans- och processparametrar. Statistiska Centralbyråns statistik visar däremot utvecklingen av produktiviteten i hela företag i entreprenörbranscherna, härunder installationsbranscherna (företag i branschgrupp 43, EL-installation). Men de slås ihop som en kategori. Och resultatet av undersökningsmetoden av företagsproduktivitet visar ständigt nedåtgående. Oavsett vad man anser om dessa olika metoder att mäta, kan de åtminstone komplettera varandra i en strävan att få ett bättre underlag att utveckla produktiviteten i svenskt samhällsbyggande.

## 8. BILAGA

### BILAGA 1 GEOGRAFISKT LÄGE

**Tabell 38 - Andra tillvägagångssätt som ökade produktiviteten N=12**

Dimensioner	Länsregion I	Länsregion II	Länsregion III	Stor-Göteborg	Stor-Malmö	Stor-Stockholm
Ledtid	3	2	1	4	5	6
Byggkostnad	2	3	4	6	1	5
Produktionskvalitet	3	4	1	2	5	6
Tydlig målbild från Beställare	2	4	5	3	1	6
Produktkvalitet	3	4	1	2	5	6
Leveranssäkerhet	5	2	1	6	3	4
Samarbete	2	5		4	3	6

**Tabell 39 - Rangordnade regioner utifrån poäng för samtliga EL-projekt**

Rangordnade regioner	Poäng
Länsregion III	14
Stor-Malmö	23
Stor-Stockholm	39
Länsregion I	20
Länsregion II	24
Stor-Göteborg	27

Lägst poäng är bäst i tabellen.

## BILAGA 2 STÖRSTA STÖRNINGAR

I denna bilaga går mer i detalj med de registrerade största störningar. ELuppdragsledaren tillfrågades vad den största störning var och svar var i fritext.

Kategoriseringen är gjord av undersökarna och speglar de mönster man kan hitta i svaren.

I många fall är svaren flerfaldiga och innefattar relationer mellan flera kategorier. Detta är känt ifrån kvalitativa studien av fel och brister, och är yttryck för att orsakar bakom störningar är komplexa

**Tabell 40 - Störningstyp största störningar överblick lokal och flerbostadshus**

Störning	kommer ifrån	antal
Inga störningar		9
Beställaren		10
Projektering		13
Huvudentreprenören		50
	Tid och planering	29
	organisation och ledning	9
	produktionsteknik	6
	prefab	6
UE		3
Elentreprenör		8
Vädret		8
Annat		9
Svar		110
Inga svar		84
Sum		194

I nästan hälften av fallen värderar ELprojektledaren att största störningen kommer ifrån samspelet med Huvudentreprenören och särskild tidsutmaningar skiljer sig ut. (84 projektledare svarade inte på detta fråga)

Nedan går mer i detalj med svaren:

### Beställare

- Beställaren ändrade sig då och då vilket medförde omprojekteringar och ändringar
- Sena tillvalsbeslut
- Styr och övervakningsentreprenaden som adderades till vår ursprungliga entreprenad
- Största är tilläggsbeställning trygghetslarm, projektet har framdrivits på ett föredömligt sätt.
- Tilläggsbeställningar
- Dåligt skött från beställarens sida. Dålig planering och samordning

- De stora förändringarna från beställarledet
- Det var ett delat projekt, alltså var det flera olika fastighetsägare i samma projekt. Detta ledde till att samordningen brast från beställarens sida.
- Fanns två befintliga hus som det inte finns några ritningar på
- Kommunen och NCC var inte helt överens. Detta ledde till lite ostabilitet.
- Hitta rätt peng för att få igång projektet

## **Nätäger**

- Nätägarens handläggningstider.

## **Projektering**

- Fel höjd på taket, fick höjas 2 meter. Störde montageordning. Sönderfrusna värmerör som också störde monteringen. Projektet blev kraftigt försenat.
- Projekteringen var ofullständig. På elen hade det projekteras och sen lades konsultfirman ner, så det blev svårt att få svar på frågor.
- Samordning , tidplaner för valv fungerade ej, projekteringsamordning prefab.
- Prefab väggar kom ej i tid samt fel projekterat
- Problem med stommen, mycket fel med prefabunderlaget.
- Kollisioner mellan installationer trots att installationssamordning utförts mellan konsulter
- Dålig projektering.
- Ej färdiga ritningar.
- Problem med ritningar samt byggaren som låg efter.
- Dåliga handlingar ej genomarbetat
- Dåliga handlingar.
- Lite tid för projekteringen.
- Komplicerad konstruktion- prefabricerad betong
- Stålkonstruktion

## **Tid- och Tidplanering, Entreprenör**

- En projektledare och montageledare slutade mitt i projektet samt en arbetsplatsolycka.
- Byggaren kunde inte hålla sin egen tidplan.
- Samt byggaren som låg efter. Problem med ritningar
- Byggarens brist på planering.
- Ont om tid
- Problem med tiderna.
- Tidsplaneringen
- Tidplanen
- Tidplanen blev förskjuten pga. Problem med markarbetena. Svårt att planera bemanningen
- Tidplaner för olika delmoment tenderar att glida iväg och så även i detta projekt
- Tiden var den största störningen.
- Försenat enligt tidsplan
- Tidplaneringen från TE

- I mitten av projektet så höll tidplanen inte ihop så bra.
- Höll ej tidplanen.
- Tidplanering, dåliga handlingar.
- Tidsförskjutning.
- Förseningar
- Förseningar i byggprocessen.
- Höll inte tidplanen, sena besked.
- Byggaren hade dåligt med resurser, som påverkade tidsplaneringen.
- Blev kort om tid
- Lite kort byggtid, så det blev lite pressat.
- Det var ett speciellt runt hus. Ett litet fel typ en liten försening i början ledde till stora störningar i slutet.
- Ojämn byggtakt, montage-rallargång som jobbade dygnet runt kort perioder
- Några konkursser samt dålig tidsplanering

### **Prefab**

- Väggar kom ej i tid samt fel projekterat
- Tunga ytterväggar, doserna satts snett
- Kanalisation prefab väggar

### **Produktionsteknik**

- Avsaknad av höjder för rötutsläpp i stomskedet.
- Bygget bestod i flera huskroppar. Projektet kunde inte utföras på ett sätt som produktionsmässigt hade varit mest effektivt dvs att alla moment gick i samma flöde tidsmässigt över alla huskropparna. Nu var man tvungen att driva på ett eller två huskroppar och sedan gå tillbaka och göra resterande huskroppar senare. Det skapades för oss en dålig start mht utnyttjande tid.
- Rivningen drog ut på tiden, vilket var en jättestor störning i början.
- Trång arbetsplats, för mycket produkter på arbetsplatsen som inte skulle vara där. Beställaren hade svårt att lämna besked gällande vissa saker.
- Trång arbetsplats.
- Problem med byggarbetskraften.

### **Underentreprenörer**

- Att inte byggaren hann med sina arbeten inkluderat deras egna UE målare och plattsättare .
- Bygg hade svårt att hinna måla
- Målaren
- Strulade lite med första etappen.
- Samordning , tidplaner för valv fungerade ej, projekteringsamordning prefab.

### **EL entreprenören**

- Dålig platsledning hos B (CK egen ledning)
- För mycket timmar
- Samarbetet med målare

- Strul med byggarens bemanning då organisationen gjordes om.
- Saknade personal från Bs sida.
- Tidsplanering under installationsprocessen
- Installationer som inte blev färdiga i tid, vilket ledde till förskjutningar i tidplanen
- Dåligt samarbete mellan yrkesgrupper
- Byggaren köper in hela byggbiten från underentreprenörer har ingen egen personal
- Inhyrd personal talar inte Svenska och knapp eller ingen engelska.
- X entreprenör kan inte bygga hus. (Hög personalomsättning och inkompetent bemanning i början)
- Planeringsmissar
- Förseningar i markarbetet.
- Personalomsättning.
- Prefab väggar kom ej i tid samt fel projekterat
- Många projektledare som blev utbytta under byggets gång.
- Inläckande vattenm i fastigheten, utländs arbetskraft som ej jobbade enl. Uppgjorda planer
- Konstruktionen var nästan färdig när de kom in, byggt på ett väldigt oeffektivt sätt
- Felkopplat i dosor och oklart hur olika trapphusmodulerna skulle kopplas ihop. (CK: industriellt bygg)
- Vissa färdiga väggar som var felbyggda.
- Prefabväggarna var dålig.
- Materialleveranser var sena
- De andra entreprenörerna låg efter i tidsschemat.
- Nätverksproblem, kom inte i tid.

## Annat

- Utfördes på en ö(kosteröarna)
- Handlat upp med en firma som gick i konkurs under bygget- Betab- Blev stillastående under den tiden
- Några konkursser samt dålig tidsplanering
- Speciellt att bygga trähus, inte så vanligt.
- Pappaledighet samt stora ÄTA-störningar.
- Mycket krångel, allt.
- Femton inbrott på byggarbetsplatsen.
- Inbrott
- Närheten till vården. Hänsyn med avseende buller och nedsmutsning

## Väder

- Väder och vinden
- Vädret
- Inläckande vattenm i fastigheten, utländs arbetskraft som ej jobbade enl. Uppgjorda planer
- Vintern och förkyld rörläggare
- Väderförhållanden vid stomarbetet

- Att det var vinter.
- Väderleken kallt
- Snökaos skottning valv

### **Inga störningar**

- Det fanns inga stora störningar
- Nej
- Det var egentligen inga störningar i detta projekt, det enda jag kan komma på så var det traversmontaget som bromsade vår framdrift ett par dar.
- Inget speciellt



## BILAGA 3 LÄRDOMAR

**Tabell 41 - Ja vi skulle ha gjord något annorlunda**

Svar	Antal	%
Ja vi skulle ha gjord något annorlunda	103	53
Nej	91	46
Svarar inte	2	1%
Sum	196	100%

När ELuppdragsledaren svarar ”Ja” ombeds han/hon om att specificera lärdomen. De angivna lärdomarna är sedan kategoriserad således:

### Beställaren

- Varit tydliga mot beställare
- Sälja in lite led belysning
- Tagit mer betalt.

### Planering

- Tiden innan man kommer till produktionen. Genomarbete det ordentligt innan projektet kommer igång. Mer färdigt innan start.
- Mer genomarbetad handling som man köpte jobbet på. Lagt mer pengar på att anlita en konsult som skulle analysera vad kunden ville ha.
- Begärt en bättre tidplan
- Planeringen skulle varit ännu bättre.
- Planeringen.
- Fanns en del problem med produktionstidplanen, som medförde en störning i resten av tidplanen.
- Genomarbetning av tidsplaner
- Tidplaneringen
- Tvinga byggtreprenören att följa tidplanen bättre.
- Se till att det fanns en riktig tidplan.
- Skickat fler hinder i tid
- Granska bygghandlingarna noggrannare i början. Många brister i samordningen har man kunnat justerat tidigare i produktionen

### Projektering

- Varit med tidigare i projekteringen. Ändrat konstruktionen så att det var billigare att bygga.
- Projekteringen skulle ha gjorts annorlunda.
- Mycket, varit med mer i projekteringen.
- Påverkat armaturval och placering av armaturer
- Bättre projektering kring markarbeten, vart man kommer upp med rör osv.
- Bättre samordning i projekteringen.
- Köpt projekteringen av ett företag som kan det bättre.
- Lagt ner mer själ i projekteringen.

## Produktionsmetod

- Kanalisationen för grundplattan.
- Konstruktionsmässigt skulle han gjort några ändringar.
- 
- Skulle ha färdigställt källare samt garage tidigt för att ha utrymme där
- Välja annat material
- Ett annat montagesätt av rör.
- Skulle inte ha golvinstallationer.
- Startat montaget mycket senare
- Högre tryck på produktionstekniska frågor och montagesamordning

## Organisation

- Behålla platsledningen. Mer egen personal från byggsidan, inte så mycket inhyrd.
- Skulle inte bytt ut så mycket personal.
- Skulle valt en annan elprojektör samt varit hårdare mot byggaren angående ersättningar mm.
- Bekymmer med personal, bättre personalförberedning
- Bytt arbetsplatsledning.
- Bättre bemanning.
- Bemanningen kunde varit bättre under projektet
- Haft rätt bemanning.
- Inte så mkt polacker jobbar andra tider som då stör normaldagar

## Ledning

- Aldrig åkt dit
- Skulle inte ha tagit projektet överhuvudtaget. Blev halvt tvingade att ta projektet.
- Skulle sagt nej till anbudet från början.
- Reda ut samordningsansvaret på startmötet.
- Samordnat oss bättre internt i Bravida
- Involvera våra montörer tidigare i projektet
- Samordning projektering innan bygghandling och prefabunderlag
- Bättre bevakning på tidplanen. Prefab ställer till en del.
- Försökt få kontinuitet i projektledningen.
- Krävt förlängning vid ändringar och störningar
- Mer tydlighet, noga med att få in det i protokoll.

## Ekonomistyrning

- Ändrat ekonomiredovisningen lite.
- Mycket bättre ÄTA-rutin. Skriftliga avtal. Bli bättre på hindersanmälningar.
- Räkna annorlunda. Ingen bra kalkyl.
- Mycket bättre ÄTA-rutin. Skriftliga avtal. Bli bättre på hindersanmälningar.

## BILAGA 4 METOD

Produktivitetmätningen görs enligt en undersökningsmodell (figur 1), och då liknande undersökningar har gjorts inom bygg och VVS med samma undersökningsmodell möjliggör detta jämförelser.

Undersökningen bygger uteslutande på projektpraktikernas, alltså EL uppdragsledarnas värderingar, som sen analyseras och tolkas av forskerlaget. Detta är ett praktiskt genomförbart och effektivt sätt att mäta produktivitet, men samtidig också helt avhängig av respondenternas precision i svar.

Identifikation och selektion av möjliga respondenter i gjort samarbete med Sverige Bygger där också genomförde utskickning, telefonintervju och uppföljning på de som inte svarad. Det gjorden med mails och telefonuppkall.

De största projekt avslutad i 2018 är utvald av Sverige Bygger-s databas. Dessa är valt varför de är mest intressanta utifrån ett produktivitetperspektiv och också de mest relevanta utifrån ett samhällsperspektiv. I dessa projekt är underentreprenören för EL sen utvalt. Urvaltillgången innebär dock också att undersökningen inte är representativ för ELprojektaktiviteten i 2018. Det är sannolikt att produktiviteten är högra i denna undersökning än i ELbranschen generelt.

195 ELuppdragsledare eller 39% av 500 tillfrågade svarade på enkäten. En har inte har angiven sin företagstyp, varför underlaget är 194 projekt. Var respondent representerar ett EL projekt som är en del av ett byggprojekt. De 195 projekt fördelar sig på 98 deltagande företag. Ett stort företag deltagar med 29 projekt och 73 företag deltagar vart med ett projekt. Övriga 24 företag placerar sig däremellan. Där finns en grupp av ganska små företag med mindre än 50 anställda bland respondenterna. Även om storföretagen dominerar.

De företag som deltar, jobbar typisk inom flera affärsområden som EL-installationer, larm och säkerhet, data- och teleinstallationer. De jobbar typisk inom båda entreprenader av nybygge eller renovering och inom service. En del har även projektering som erbjuden tjänst. Storföretagen har dessutom mycket bredare multidisciplinär profil som omfattar automation, fjärrvärme, kyla och även VVS områden som ventilation och VS.

Det undersöktes preliminärt om en underuppdelning av Elbranschen i underbranscher kunna genomföres. Dels skapades en överblick över de 98 deltagande företag. Dels gjordes ett stickprov på 20 företag. Det gemensamma draget var ganska tydligt att merparten av dem arbetade inom alla tre områden EL-installationer, larm och säkerhet, data- och teleinstallationer. Och många även med fler områden (till ex. ljusdesign, laddstationer och solpaneler) Undersökningen har därför hållits på en gemensam nivå, Elinstallationer. Detta är även lik vad SNI branschuppdelningen gör.

28 respondenter, eller 14% av svaren önskade att vara anonyma även vid svar tillfället. Att dessa respondenter väljer att delta på detta sätt styrker undersökningens underlag. Och försvagar inte analysen och resultatet. Men det innebära i princip att möjligheter för att validera direkt med respondenten försämras. Något som används väldigt lite generellt och bare om resultatet värderades att vara extremt (se nedan).

Vid valideringen uppmärksammades särskilt projekt med extrem låga eller höga siffror för en produktivetsdimension.

Vid sådana fall kollades i första hand undersökningens egna data. Dessutom gjordes jämförelse med andra källor på nätet; typisk företagshemsidor, beställares hemsidor, och byggbranschmedia. På detta sättet blev något projekt sorterad ifrån. Där fanns även flera ganska stora och/eller komplexa projekt var de höga siffror var proportionella med uppdraget.

Projektkostnaden och andra produktivetsdimensioner varierar mycket. Jämförelse har därför gjorts dels på medelvärde dels på percentiler. Enkät svar är dessutom givits i ojämn mån. Det anges därför vid varje diagram vad antal svar har varit.

För att korrigera för prisutveckling är 2018 siffrorna nedjusterad med användning av konsumentprisindex (SCB 2018) som inte ändrades mellan 2013 och 2014 och steg 2% emellan 2014 och 2018. Därför är 2% använd som justering i alla jämförelser.

Inom nationalekonomiska metoder för produktivetsmätning används ett kvalitetsindex (SCB 2018). Intentionen med kvalitetsindexet är att det skal spegla om produktet (bygget) utvecklas över tid med nya funktioner mv, och därför inte är jämförbart längre. Användningen av kvalitetsindex är omdiskuterat och är därför inte användt här. SCB (Sverige)-s kvalitetsindex har varit fallande de senare år (SCB2018), vilket bland annat skulle motsvara att bygget för mindre funktionalitet. Huvudtendensen här är att de utvalda byggprojekten är markant större än i tidigare undersökningar (Koch et al 2019).

Resultaten i ELundersökningen jämföras vart det är relevant med Bygg och VVS undersökningarna ifrån 2018 Koch et al 2019, Koch & Altarabichi 2019). En systematisk jämförelse för vart ända dimension är dock inte genomförd. Förhoppningsvis blir det möjligt att göra ELenkäter med samma metod, som underlag för att värdera branschens utveckling.

## BILAGA 5 REFERENSER

Josephson P. E. (2013) Produktivitetläget i svenskt byggande 2013. Sveriges Byggindustrier. Göteborg.

Josephson P.E. & Hammarlund Y. (1999): The causes and costs of defects in construction. A study of seven building projects. Automation in Construction. 8. 681–687.

Koch C. och Brycker J. (2018): Produktivitetläget i svensk VVS 2014. SBUF. Chalmers Tekniska Högskola och Prolog. Göteborg.

Koch C. Och Lundholm M. (2018): Produktivitetläget i svenskt byggande 2014. Lokaler, Grupphus, och anläggning. Chalmers Tekniska Högskola och Prolog. Göteborg.

Koch C., Shayboun M. & Altarabishi M.G. 2019a. Produktivitetläget i svensk VVS 2018. SBUF. Chalmers Tekniska Högskola och Rotpartner. Göteborg.

Pettersson S. (2015) Nya vikter i faktorprisindex för flerbostadshus och gruppbyggda småhus. Slutrapport FPI 2015. Statistiska Central Byrån. Stockholm.

SB (2015): Fakta om byggandet 2015. Sveriges Byggindustrier. Stockholm.

SB (2019): Entreprenadindex. Sveriges Byggindustrier.  
<https://www.sverigesbyggindustrier.se/>

SCB (2018): Kvalitetsdeklaration, Priser för nyproducerade bostäder. Statistisk Centralbyrå. Stockholm.

## BILAGA 6 DIAGRAM LISTA

Diagram 1 - Kostnader för EL-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m <sup>2</sup> ). N=51 .....	13
Diagram 2 - Kostnader för EL-projekt rangordnade efter kostnad (kr/m <sup>2</sup> ) understigande 3 tkr. N=44 .....	14
Diagram 3 - Antalet arbetstimmar per m <sup>2</sup> BTA för montörer för samtliga EL-projekt. N=60 . Medelvärde: 1.2 Medianvärde: 0.91.....	17
Diagram 9 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för samtliga EL-projekt. N=176.....	24
Diagram 10 - Tid från start (kontrakt) till korrigerade slutbesiktningar för EL-projekt understigande 60 veckor. N=171 .....	24
Diagram 11 - Ledtider samtliga EL-projekt i Stockholm. N=31 .....	26
Diagram 12 - Kostnader för de enskilt största störningarna i samtliga EL-projekt. N=57 .....	29
Diagram 13 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga EL-projekt. N=195 .....	30
Diagram 14 - Störningsfrihet och förmåga att hålla tidplan för samtliga EL-projekt. N=195 .....	31
Diagram 15 - Störningsfaktorer samtliga EL-projekt. N=195 .....	32
Diagram 16 - Huvudentreprenörens prestation enligt index 0–100. N=195.....	34
Diagram 17 - Huvudentreprenörens leveranssäkerhet per region för samtliga EL-projekt enligt index 0–100. N=195.....	36
Diagram 18 - Huvudentreprenörens prestation för samtlig EL-uppdrag enligt index 0–100. N=195 .....	37
Diagram 19 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag för samtliga EL-projekt enligt index 0–100. N=195.....	38
Diagram 20 - Leveranssäkerhet EL-materialleverantörer index 0–100. N=191 .....	38
Diagram 21 – Leveranssäkerhet för sakernas internet materialleverantörer index 0–100. N=171 .....	39
Diagram 22 - Elprojektkostnad för Skola / Förskola för EL-projekt. N=7.....	43
Diagram 23 - Kostnad för Flerbostadshus för EL-projekt. N=18.....	44
Diagram 24 - Kostnad för Kontorsbyggnader för EL-projekt. N=7.....	44
Diagram 25 - Huvudentreprenörens prestation i projekt genomsnittligt N=194 .....	48

## BILAGA 7 TABELL LISTA

Tabell 1 - Antal EL-projekt och svarande.....	11
Tabell 2 - EL-projektens storlek i BTA fördelat i procent. N=74 .....	12
Tabell 3 - EL projektens storlek i BTA fördelat på antal. N=74 .....	12
Tabell 4 - Antal EL projekt per länsregion och storstadsområde. N=194 .....	12
Tabell 5 – Kostnad för EL uppdrag (percentil) EL. N=51 .....	13
Tabell 6 – Kostnad (median) för samtliga EL-projekt i kr/m2 BTA. N=51 .....	15
Tabell 7 – Kostnad för samtliga EL-projekt i kr/m2. N=74.....	15
Tabell 8 – Kostnad och BTA (median) fördelat på typ av beställare för samtliga EL-projekt. N=51.....	15
Tabell 9 – EL uppdragskostnad och BTA (median) fördelat på Region för samtliga EL-projekt. N=51.....	16
Tabell 10 - Byggplatsledningstäthet (median) utifrån byggnadstyp för samtliga EL-projekt. N=52.....	23
Tabell 11 - Ledtider i antal månader (median- & medelvärde) för processer under produktframtagningen för samtliga VVS-projekt. N=195.....	25
Tabell 12 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga EL-projekt. N=182 .....	26
Tabell 13 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga EL-projekt. N=190 .....	27
Tabell 14 - Ledtider (median & medel i veckor) per region för samtliga EL-projekt. N=190 .....	27
Tabell 15 - störningskällor .....	28
Tabell 16 – Fördelning Störningskostnad i % av byggkostnad för antal EL-projekt. N=70 .....	29
Tabell 17 - Mest kostsamma störningar i % utifrån byggkostnaden för samtliga EL-projekt. N=70.....	30
Tabell 18 - Beställarens prestationer EL projektleder enligt index 0–100. N=190 .....	33
Tabell 19 - Beställaren förmåga utifrån region enligt index 0–100. N=190.....	33
Tabell 20 - Byggbarhet och möjlighet till samtal med projektören per region. N=195....	33
Tabell 21 - Konsulternas prestationer enligt index 0–100. N=193 .....	34
Tabell 22 - Huvudentreprenörens förmåga per region för samtliga EL projekt enligt index 0–100. N=195 .....	35
Tabell 23 - Huvudentreprenörernas leveranssäkerhet för samtliga EL-projekt enligt index 0–100. N=195 .....	36
Tabell 24 - Självvärdering av stödet till byggarbetsplats från eget företag enligt index 0–100. N=194 .....	37
Tabell 25 - Typ av beställare för samtliga EL-projekt. N=195.....	41
Tabell 26 - Samtliga EL-projekt som varit produktionstekniskt utmanande per region enligt index 0–100. N=195.....	42
Tabell 27 - Techindikator n=171 .....	45
Tabell 28 - Tillämpade kontraktsformer EL projekt N=193 .....	47
Tabell 29 - Byggentreprenörernas prestationer för EL-projekt. N=195.....	47
Tabell 30 Samverkan enligt ELuppdragsledaren. ....	48
Tabell 31 - Samtliga EL-projekt fördelat på upphandlingsform ”totalentreprenad”, ersättningsform & partnering. N=132.....	50
Tabell 32 - Samtliga EL-projekt fördelat på upphandlingsform ”utförarentreprenad”, ersättningsform & partnering. N=39.....	50

Tabell 33 - fördelning svar erfarenhet med BIM .....	51
Tabell 34 - percentiler BIM användare jämförd med inte BIM använder.....	51
Tabell 35 - Fördelning svar användning av lean .....	52
Tabell 36 - Fördelning svar erfarenhet med lean.....	52
Tabell 37 - Andra tillvägagångssätt som ökade produktiviteten N=12.....	53
Tabell 1A - Andra tillvägagångssätt som ökade produktiviteten N=12 .....	58
Tabell 1B - Rangordnade regioner utifrån poäng för samtliga EL-projekt .....	58
Tabell 2A - Störningstyp största störningar överblick lokal och flerbostadshus .....	59
Tabell 3A - Ja vi skulle ha gjord något annorlunda.....	64